

# **Análise comparativa entre metodologias de Manutenção de Tractores Agrícolas**

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em  
Equipamentos e Sistemas Mecânicos

Autor

**Fernando Expedito Fidalgo de Almeida**

Orientador

**Professor Doutor José Manuel Torres Farinha**

Instituição

**Instituto Superior de Engenharia de Coimbra**

**Coimbra, Outubro 2013**

“O que eu faço é uma gota no meio de um oceano. Mas sem ela, o oceano seria menor.”

*Madre Teresa de Calcutá*

## AGRADECIMENTOS

Apesar de este trabalho ser resultado de um grande esforço e empenho da minha parte, nada seria igual ou decorreria da mesma forma sem o apoio e reforço positivo de várias pessoas a quem agradeço toda a colaboração.

Ao Professor José Manuel Torres Farinha pelo apoio incondicional, disponibilidade e dedicação ao longo da elaboração deste trabalho. Pelo saber e experiência que me disponibilizou para que eu pudesse levar por diante esta tarefa a que me tinha proposto. O meu muito obrigado.

Ao Dr. Luís Manuel Santos Melo Margalho, que me deu um grande apoio na parte do tratamento Estatístico do meu trabalho. O meu muito obrigado pelos seus sábios conselhos.

Ao Eng.º Paulo Rui, gerente da Empresa Agro Mondego com sede em Alqueidão, Figueira da Foz, que me forneceu os dados que constituíram a amostra que serviu de base ao trabalho aqui desenvolvido, os meus sinceros agradecimentos, pois sem a sua ajuda não teria sido possível levar por diante este estudo.

À minha mulher, ao meu pai, à minha irmã, aos meus colegas do ISEC e, aos meus amigos, pelo ânimo e incentivo que sempre me transmitiram e que muito me ajudou na concretização deste trabalho.

O meu muito obrigado a todos

## Resumo

O objectivo do projecto de mestrado é fazer a análise comparativa entre as metodologias de manutenção recomendadas pelo fabricante de uma marca de tractores agrícolas e as práticas dos proprietários destes equipamentos.

O estudo foca-se em seis tractores agrícolas da marca *New Holland*, cujos dados foram disponibilizados pela empresa *Agro Mondego* com sede em *Alqueidão-Figueira da Foz*. Os tractores em causa, embora tendo potências diferentes, a sua utilização nos trabalhos agrícola é similar, bem como os procedimentos e intervalos de manutenção recomendados pelo fabricante.

Os equipamentos em apreço, embora constituindo uma pequena amostra, a partir dos dados das suas intervenções já permitem fazer alguma análise estatística conducente a tirar as ilações possíveis sobre as práticas de manutenção e eventuais alterações a efectuar no futuro.

As horas de funcionamento dos tractores a que são efectuadas as intervenções, registadas nos seus *conta-horas*, e que constam nas *folhas de obra* (Ordens de Trabalho) de cada um destes, bem como os procedimentos, recursos utilizados e custos, constituem os elementos base a partir dos quais é efectuado o estudo.

A análise estatística dos dados atrás referidos, bem como o estudo dos desvios, em termos de custos comparativos entre os expectáveis resultantes das recomendações dos fabricantes e os efectivamente pagos, permitem apoiar a decisão sobre eventuais alterações nas metodologias de manutenção a efectuar.

O presente projecto tem o potencial de permitir extrapolar ilações para equipamentos similares de outros fabricantes e, eventualmente, de permitir fazer recomendações sobre as melhores práticas de manutenção a levar a efeito no mercado nacional.

**Palavras-chave:** Manutenção de tractores agrícolas; Manutenção planeada; Inferência estatística.

## Abstract

The objective of this project is to make a comparative analysis between the maintenance methodologies recommended by the manufacturer of a brand of agricultural tractors and the practices of the owners of this equipment.

The study focuses on six tractors from *New Holland*, whose data were provided by *Agro Mondego*, based on Alqueidão-Figueira da Foz. The tractors under consideration, although having different powers, their use in agricultural work is similar, as well as procedures and maintenance intervals recommended by the manufacturer.

The equipment in question, although being a small sample, from the data of their interventions it is possible to do some statistical analysis leading to take some possible conclusions about the maintenance practices and possible changes to be made in the future.

The hours of operation of tractors to which the interventions are conducted, recorded on their hourmeters, and contained in the Working Orders of each one, as well as the procedures, resources and costs, constitute the base elements from which the study is carried on.

The statistical analysis of the above data, as well as the study of deviations in terms of comparative studies between the expected costs resulting from the recommendations of the manufacturers and those actually paid permit to support the decision on changes in maintenance methodologies.

This project has the potential to allow extrapolate conclusions for similar equipment from other manufacturers and, eventually, to allow making recommendations about the best maintenance practices to be implemented in the national market.

**Keywords:** Maintenance of agricultural tractors; planned maintenance; Statistical Inference.

## ÍNDICE

<b>Capítulo 1 Introdução.....</b>	<b>1</b>
<b>Capítulo 2 Estado da Arte da Manutenção de Máquinas Agrícolas .....</b>	<b>4</b>
2.1 Os Diversos Tipos de Manutenção.....	4
2.2 Manutenção de Classe Mundial .....	5
2.3 TPM – Manutenção Produtiva Total.....	8
2.4 Manutenção de Classe Mundial .....	8
<b>Capítulo 3 - Caracterização das Ferramentas Estatísticas Utilizadas .....</b>	<b>12</b>
3.1 Síntese das ferramentas estatísticas utilizadas no projecto .....	12
3.2 Teste de <i>Kolmogorov-Smirnov</i> e <i>Shapiro-Wilk</i> .....	12
3.3 Teste de <i>Leven</i> .....	13
3.4 Distribuição <i>T-Student</i> .....	13
3.5 SPSS Statistics .....	14
<b>Capítulo 4 – Implementação do projecto.....</b>	<b>16</b>
4.1 – Testes bilaterais.....	16
4.1.1 – Com valor absoluto da média.....	16
4.1.2 – Em Z.....	17
4.1.3 – Testes unilaterais .....	17
4.2 – Testes bilaterais - Nível de significância de 5%.....	18
4.2.1 Determinar os valores críticos do valor médio da amostra .....	18
4.2.2 Valor crítico em termos de Z, com $\alpha = 0,05$ .....	19
4.3 Erros Tipo I e II para todos os tractores, primeira manutenção .....	19
<b>Capítulo 5 - Análise Estatística das intervenções nos tractores .....</b>	<b>21</b>
5.1 Teste-T.....	22
5.2 Testes Não Paramétricos .....	24
5.3 Teste-T – Comparar custos \ Potências .....	25
5.4 Indicadores de Fiabilidade .....	32
<b>Capítulo 6 - Conclusões e trabalhos futuros .....</b>	<b>50</b>
<b>APÊNDICE A - Manutenção de Tractores Agrícolas.....</b>	<b>51</b>
A.1 Manutenção e utilização do motor .....	51
A.1.1 Sistema de alimentação de ar.....	51
A.2 Sistema de distribuição nos motores a quatro tempos.....	55
A.2.1 Sistema de distribuição com válvulas à cabeça.....	55
A.3 Sistemas de Injecção .....	58
A.4 Efeito do biodiesel no sistema de alimentação dos tractores .....	62
A.5 Sistema de Refrigeração.....	63
A.5.1 Refrigeração por água.....	63
A.5.2 Refrigeração por ar.....	66
A.6 Sistema de Lubrificação .....	68
A.6.1 Órgãos de controlo e de segurança .....	68
A.6.2 Lubrificantes .....	69
A.7 Sistema Eléctrico .....	71
A.8 Características Técnicas dos Pneus.....	74
<b>Apêndice B - Caracterização dos Tractores Agrícolas Utilizados .....</b>	<b>80</b>
B.1 Breve historial dos tractores New Holland .....	80
B.2 A empresa Agro Mondego, concessionária New Holland .....	82
B.3 Descrição Técnica dos Tractores utilizados no projecto .....	83
<b>Apêndice C - Factores de Produção na Agricultura.....</b>	<b>88</b>

---

<b>C.1 Classificação dos factores de produção .....</b>	<b>88</b>
<b>C.2 Capital em Agricultura .....</b>	<b>88</b>
<b>C.2.1 Custos de utilização da maquinaria agrícola.....</b>	<b>89</b>
<b>C.2.1.1 Elementos constituintes do custo. Custos fixos e custos variáveis</b>	<b>89</b>
<b>C.2.1.2 Métodos de cálculo do custo de utilização.....</b>	<b>92</b>
<b>C.2.1.3 Custos previstos na utilização das máquinas agrícolas .....</b>	<b>92</b>
<b>Bibliografia.....</b>	<b>98</b>

## Índice de Figuras

Fig. 3.1 Representação gráfica da distribuição T-Student	10
Fig. 4.1 Zonas de aceitação e de rejeição	14
Fig. 4.2 Aceita-se $H_0$ , pois o valor encontrado situa-se dentro do intervalo	15
Fig. 5.1 Resumo dos valores das folhas de obra da amostra	18
Fig. A.1 Os combustíveis representam o principal custo na utilização dos tractores	48
Fig. A.2 Representação de um Pré-filtro centrífugo	49
Fig. A.3 Filtro de ar em banho de óleo de um tractor	50
Fig. A.4 Filtro de papel	51
Fig. A.5 Sistemas de distribuição	53
Fig. A.6 Representação de uma válvula e as diferentes peças de fixação	53
Fig. A.7 Afiinação das válvulas	55
Fig. A.8 Circuito de alimentação de um motor Diesel de quatro cilindros	55
Fig. A.9 Bomba de alimentação de membrana	56
Fig. A.10 Representação de um filtro simples	57
Fig. A.11 Bomba de alimentação em linha	57
Fig. A.12 Circuito completo de injeção, com bomba de injeção em linha	58
Fig. A.13 Funcionamento de um elemento de uma bomba de injeção em linha	58
Fig. A.14 Bomba de injeção rotativa	59
Fig. A.15 Constituição de um injector	59
Fig. A.16 Circuito de refrigeração a água num motor de quatro tempos	61
Fig. A.17 Bomba de água	62
Fig. A.18 Representação de um termóstato	62
Fig. A.19 Sistemas de refrigeração por ar	64
Fig. A.20 Motor refrigerado por óleo e ar	65
Fig. A.21 Circuito de lubrificação de um motor sobrealimentado	65
Fig. A.22 Representação de um corte, de um filtro de óleo monobloco	66
Fig. A.23 Bateria de chumbo em corte	69
Fig. A.24 Alternador	70
Fig. A.25 Motor de arranque	71
Fig. A.26 Mapa exemplificativo de Manutenção de tractores	75-76
Fig. B.1 Imagem das instalações da Firma Agro Mondego	80
Fig. B.2 New-Holland TS 135A C/C Arm	81
Fig. B.3 New-Holland TS 125A C/C 4RM	82
Fig. B.4 New-Holland TS 115 4RM C/AC	82
Fig. B.5 New-Holland TS 115A	83
Fig. B.6 New-Holland TD 5050 4WD C/C	84
Fig. B.7 New-Holland TS 100A 4WD C/C	84
Fig. C.1 Esquema proposto pelo Prof. Henrique de Barros, vide “Economia Agrária”, Sá da Costa Editora.	87
Fig. C.2 Ilustre a relação existente entre as três funções custo e utilização horária anual do equipamento.	88
Fig. C.3 Relação entre os custos e o volume de produção.	89



## Índice de Quadros

Quadro B.1 Características técnicas dos tratores que constituem a amostra	81
---	----

## Índice de Tabelas

Tabela 4.1 – Valores críticos de Z para dois níveis de significância	14
Tabela A.1 Prática de manutenção de máquinas agrícolas	73
Tabela 5.1 – Resumo das diversas situações de Testes de Hipóteses	22
Tabela 5.2 – Quadros resumo com valores dos principais indicadores de fiabilidade (Tractor 1)	29 - 30
Tabela 5.3 – Quadros resumo com valores dos principais indicadores de fiabilidade (Tractor 2)	32 - 33
Tabela 5.4 – Quadros resumo com valores dos principais indicadores de fiabilidade (Tractor 3)	35 - 36
Tabela 5.5 – Quadros resumo com valores dos principais indicadores de fiabilidade (Tractor 4)	38 - 39
Tabela 5.6 – Quadros resumo com valores dos principais indicadores de fiabilidade (Tractor 5)	41 - 42
Tabela 5.7 – Quadros resumo com valores dos principais indicadores de fiabilidade (Tractor 6)	44 - 45

## **Simbologia e Abreviaturas**

5S - 5 Sentidos (Utilização, Ordenação, Limpeza, Saúde e Autodisciplina)

TPM - Manutenção Produtiva Total

$\bar{x}_{RC}$  - Valor crítico da média da amostra

$\mu_0$  - Média populacional hipotética, para o cálculo dos valores críticos

Z - Valor crítico, depois de conhecido a média da amostra

t - Estatística de teste

$d_f$  - Graus de liberdade

Sig - p-value

$CT_m$  - Custo Total Médio

MTBF - Tempo médio de bom funcionamento \ Manutenção não planeada

MTTR - Tempo médio de reparação \ Manutenção não planeada

MTBM - Tempo médio entre manutenções \ Manutenção Planeada

MTTM - Tempo médio para a manutenção \ Manutenção Planeada

MTBI - Tempo médio de funcionamento entre intervenções \ Manutenção Planeada e não Planeada

MMIT - Tempo médio de intervenção \ Manutenção Planeada e não Planeada

P - Manutenção Planeada

NP - Manutenção não Planeada

custoP - Custo da Manutenção Planeada

cstFab - Custo da Manutenção realizada de acordo com os padrões de Fábrica

csttotP - Custo total da Manutenção Planeada

## Capítulo 1 Introdução

---

As máquinas agrícolas possuem características técnicas comparáveis a qualquer outro equipamento, sendo passíveis de políticas de manutenção adequadas à optimização do seu funcionamento e rendibilidade funcional. Contudo, cada equipamento carece de ser analisado no seu contexto operacional e, no caso vertente, as condições de operação são extremamente exigentes, designadamente no que concerne a poeiras, humidades, água, lama, areia, e outros elementos oriundos das condições atmosféricas que em muito condicionam o desempenho deste tipo de equipamentos.

No meio agrícola existe uma grande diversidade de situações, desde o pequeno empresário agrícola que possui um número exíguo de equipamentos, até ao grande empreendedor com um grande parque de máquinas, incluindo as empresas e ou cooperativas que possuem um número elevado e diversificado de máquinas para servirem os seus clientes ou associados. Seja em que situação for, é possível conseguirem-se ganhos de produtividade através de uma redução de custos, quer no primeiro caso quer nos segundos. O desafio é levar a efeito uma política de optimização da manutenção e, progressivamente, adaptar as novas metodologias de gestão à cultura específica do sector agrícola.

Alguns dos equipamentos agrícolas mais usuais são os seguintes:

- Tractor;
- Charrua;
- Grade;
- Escarificadora;
- Fresa;
- Pulverizador;
- Máquina de abate e descasque de árvores.

O tractor agrícola, alvo de estudo do presente projecto de mestrado, é uma máquina complexa constituída por um motor de combustão interna, e vários tipos de sistemas de transmissão, utilizados para realizar tarefas em diferentes locais e condições de trabalho. Por isso, é muito importante adoptar procedimentos adequados de manutenção antes e depois das operações, de modo a evitar falhas no funcionamento do equipamento, o que acarreta custos directos e indirectos.

A variável de controlo mais utilizada é o tempo de serviço, sendo o instrumento do tractor utilizado para o efeito o *conta-horas* ou *horímetro*.

Alguns dos procedimentos transversais de manutenção planeada recomendados pelos fabricantes são os seguintes: lubrificação; ajuste da tensão ou substituição de correias; aperto

de porcas e parafusos; inspecção dos sistemas de alimentação, direcção e travagem, limpeza e ou troca de filtros.

Ainda nesta perspectiva, os períodos usuais adoptados nesse tipo de manutenção seguem os seguintes intervalos entre intervenções:

- Manutenção diária ou a cada 10 horas de trabalho;
- Manutenção semanal ou a cada 50 horas de trabalho;
- Manutenção mensal ou a cada 200 horas de trabalho;
- Manutenção semestral ou a cada 500 horas de trabalho;
- Manutenção anual ou a cada 1.000 horas de trabalho.

Usualmente, os intervalos de manutenção planeada são progressivos, ou seja, a manutenção realizada semanalmente ou a cada 50 horas de trabalho, inclui também a realização dos procedimentos adoptados na realização da manutenção diária ou a cada 10 horas de trabalho. Dessa forma, na manutenção anual, ou a cada 1.000 horas, são realizados os procedimentos de todas as outras intervenções de manutenção de menor duração, (Farinha, Simões, Fonseca, 2012).

No caso presente, para a marca de tractores em estudo, os intervalos de manutenção são *sistemáticos* com uma média de *600 horas*. Contudo, esta metodologia é generalizável aos equipamentos agrícolas referidos.

A manutenção é uma actividade essencial para otimizar os ciclos de vida dos equipamentos, combinando acções de gestão, técnicas e económicas, tendo como principal objectivo obter uma disponibilidade elevada dos Activos Físicos, a baixos custos.

Nas *opções de gestão da manutenção* tem-se três tipos de abordagens possíveis, no que concerne ao uso dos recursos:

- Recursos internos e externos;
- Recursos internos;
- Recursos externos.
- 

Conclui que uma grande percentagem de empresas opta por realizar a sua manutenção através de meios internos e externos e que a tendência é para se manter esta forma de procedimento, para um grande número de empresas, (Dias, 2003).

Manter uma equipa a tempo inteiro numa empresa implica custos elevados, daí que os dirigentes das mesmas, depois de analisarem as vantagens e desvantagens, na maioria das vezes, acabem por optar por uma *solução mista*, dependendo muito da dimensão da mesma e do tipo de maquinaria com que trabalham. Contudo, esta opção é, na maior parte das situações, empírica, baseada nas tendências de mercado, e não nas cargas de trabalho de recursos humanos necessárias a uma boa manutenção do parque de Activos Físicos.

As soluções recorrendo a recursos externos, o *outsourcing*, têm vindo a ganhar adeptos. Ao avaliar-se o peso do *outsourcing*, verifica-se que cerca de 40% da manutenção das empresas é efectuada por meios externos, (Dias, 2003).

É fundamental estar-se consciente de que a função manutenção deve ser parte integrante das estratégias que uma organização deve implementar, visando, entre outras coisas, aumentar o desempenho dos equipamentos e otimizar a sua vida útil.

No caso de muitas explorações agrícolas que possuem equipamentos próprios, alguma da manutenção da sua maquinaria é feita pelo próprio operador, tal como a lubrificação pontual de partes móveis, e a verificação dos níveis de água e óleo, deixando para os técnicos exteriores a realização das actividades de manutenção mais complexas, muitas vezes não planeadas, tais como, substituições de filtros, limpeza dos radiadores, reparação das bombas injectoras e respectivos injectores, entre outras operações necessárias a um bom desempenho do tractor agrícola.

Considera-se indispensável que as organizações estejam conscientes dos desafios que têm de enfrentar e de como é necessário implementar políticas ou estratégias de gestão, que visem dar à manutenção uma importância igual ou superior às outras funções.

É este o enquadramento do projecto de mestrado que é apresentado na presente monografia que se encontra estruturada da seguinte maneira:

- O presente capítulo faz o enquadramento global do projecto e da monografia;
- O segundo capítulo faz o estado da arte da manutenção de máquinas agrícolas;
- O terceiro capítulo faz a caracterização das ferramentas estatísticas utilizadas na análise dos dados de manutenção dos tractores;
- O capítulo 4 apresenta a implementação do projecto;
- O capítulo 5 apresenta a análise estatística das intervenções nos tractores;
- O Capítulo 6 apresenta as conclusões do projecto.
- O apêndice A ilustra as principais características e procedimentos da manutenção de tractores agrícolas;
- O apêndice B faz a caracterização dos tractores agrícolas utilizados;
- O apêndice C discute os factores de produção na agricultura;
- Finalmente, são apresentadas as referências bibliográficas utilizadas ao longo da monografia.

## Capítulo 2 Estado da Arte da Manutenção de Máquinas Agrícolas

---

A origem do termo Manutenção vem do vocabulário militar, no sentido de manter as unidades de combate, isto é, os efectivos e o material a um nível constante.

Apesar de sempre ter havido a necessidade de utilizar ferramentas e equipamentos fiáveis, os conceitos associados à manutenção, a fiabilidade e a disponibilidade, para além da sua pertinência, não eram considerados como ciência até meados do séc. XX.

Até ao final dos anos quarenta, a Manutenção Industrial estava num estado embrionário e, por isso, limitava-se a reparar ou substituir as peças danificadas dos parques de máquinas (Reparar a avaria – Manutenção Correctiva).

Entretanto, as empresas começaram a reconhecer a importância da manutenção dos equipamentos, como função autónoma e específica, com o aparecimento das grandes linhas de produção industrial. Por consequência, a actividade manutenção teve de ser encarada de outra forma, porque as avarias e as paragens das máquinas tinham um grande impacto nos custos do produto final.

A expansão da aviação comercial trouxe novos desafios à manutenção, pois obrigou a desenvolver métodos preventivos, já que a reparação de avarias durante o voo raramente é possível e acentuou também o problema da segurança de pessoas e bens.

Nasce assim a Engenharia da Manutenção que vai criar processos científicos de manutenção preventiva, com vista a aumentar a fiabilidade dos equipamentos. A disponibilidade dos equipamentos é fundamental, porque o padrão de desenvolvimento nas indústrias de capital intensivo utiliza crescentemente dois ou três turnos de trabalho, o que não deixa praticamente nenhum tempo para reparações essenciais no parque de máquinas. Assim, a manutenção orientou-se mais para o aspecto da prevenção do que para a reparação.

Na década de setenta surgiu na Europa um conceito alargado de manutenção, Terotecnologia, que não é mais do que uma combinação de práticas de gestão, finanças, engenharia entre outras, e que tem como objectivo conseguir custos mínimos do ciclo económico dos activos físicos. É nesta abordagem integrada da Gestão de Manutenção que se assistiu à evolução do conceito de conservação para manutenção dos equipamentos.

Modernamente a gestão da manutenção é, acima de tudo, um conjunto de técnicas e de engenharia que visam assegurar o bom funcionamento das máquinas e instalações, para obter o seu melhor rendimento e segurança, evitar avarias ou repará-las quando acontecerem, bem como o desempenho financeiro que, em conjunto com muitos outros, constituem ferramentas fundamentais para a avaliação e apoio à tomada de decisão, (Farinha, 1994), (Farinha, 2011).

### 2.1 Os Diversos Tipos de Manutenção

A gestão da manutenção pode adoptar diferentes critérios para intervir nos equipamentos que, habitualmente, se designam como *tipos de manutenção*. Esta classificação

nem sempre coincide, como se poderá constatar na leitura de obras de diferentes autores, (Farinha, 1994).

A classificação aqui adoptada considera os seguintes tipos de manutenção:

- Manutenção planeada
  - o Sistemática
  - o Condicionada
- Manutenção não planeada

Na *manutenção planeada*, as intervenções obedecem a um programa que foi previamente estabelecido, de forma a cumprir com determinados objectivos que são: evitar a ocorrência de avarias ou mau funcionamento; *equilibrar a carga de trabalho* da manutenção; compatibilizar as intervenções que vão sendo necessárias com o programa de fabrico ou do serviço do equipamento; preparar antecipadamente os recursos para tornar as intervenções mais económicas e eficazes, (AFNOR X60 010).

Na *manutenção planeada sistemática*, as intervenções obedecem a um programa que se destina a ser executado periodicamente, sendo os intervalos medidos numa determinada unidade de tempo ou noutra parâmetro de uso que traduza o funcionamento do equipamento, também designado por *manutenção preventiva sistemática*.

Na *manutenção planeada condicionada*, as acções são executadas de acordo com o *estado* em que se encontra o equipamento. De uma forma geral, associa-se um ou vários parâmetros ao equipamento, medidos numa altura determinada, que quando atingem um certo limite dão origem a uma intervenção, designando-se também por *manutenção preventiva condicionada*.

Na *manutenção não planeada* incluem-se todas as intervenções não programadas antecipadamente, também designada por *manutenção correctiva*, da norma AFNOR X60 010.

Uma acção de *manutenção planeada sistemática* ou *condicionada* terá, normalmente, um *carácter preventivo*, que poderá também incluir trabalhos de manutenção correctiva, que serão determinados aquando da intervenção.

Uma acção de *manutenção não planeada* será, na generalidade dos casos, uma acção correctiva, mas poderá incluir acções de manutenção preventiva se tal se justificar aquando da intervenção.

## 2.2 Manutenção de Classe Mundial

Nos países do primeiro mundo, principalmente nos Estados Unidos e no Japão, é enorme a preocupação em colocar as suas empresas no grupo daquelas que se caracterizam por ser excelentes, as melhores do mundo. Também é óbvio que toda a empresa que é excelente, todos os seus segmentos também o são, (Xavier, 1998).

Com base neste objectivo, as empresas norte americanas têm uma preocupação constante na procura das melhores práticas de manutenção que vão sendo conhecidas. No entanto, apesar do conhecimento destas, verifica-se que poucas são as empresas que podem considerar a sua manutenção como de classe mundial.

A grande diferença entre países que obtêm excelentes resultados, e o caso de países, tais como o nosso, está num pequeno detalhe de enorme importância, que é eles conhecerem e fazerem, e nós conhecermos e não fazermos.

#### - MANUTENÇÃO DE TERCEIRO MUNDO

##### a) Principais Características:

- Falta de pessoal qualificado;
- Existência de problemas crónicos que nunca se resolvem;
- Falta de sobressalentes em *stock*;
- Número elevado de serviços que não são previstos;
- Baixa produtividade;
- Histórico da manutenção inexistente ou não fiável;
- Falta de planeamento;
- Grande quantidade de horas extras para conclusão dos trabalhos.

Essas características podem estar todas presentes na manutenção de uma empresa e, nesse caso, a situação merece uma melhoria global. Também é possível que noutras empresas haja ocorrência de algumas dessas características; no entanto, elas serão o bastante para prejudicar os resultados.

##### b) Principais Consequências:

- Moral do grupo de trabalho baixa;
- A confiança dos clientes na empresa é baixa;
- O pessoal da empresa adstrito à manutenção é reduzido - costuma ser este o principal problema com que o gestor se depara;
- Não se cumprem prazos;
- Elevado número de equipamentos abertos à espera que se termine a intervenção;
- Disponibilidade baixa;
- Perda de produção por problemas nos equipamentos;
- Manutenção predominantemente correctiva, portanto não planeada.

#### - MUDANÇA DE MENTALIDADE - MANUTENÇÃO COMO FUNÇÃO ESTRATÉGICA

- No passado – Eficiência



- Reparar o equipamento o mais rapidamente possível – Preocupação limitada à Manutenção;
- Presente / Futuro
  - Manter o equipamento disponível para operar – Preocupação com a Empresa.

As perguntas que o profissional da manutenção deve, constantemente, fazer a si mesmo, são as seguintes:

1. O que é que a empresa necessita para responder ao mercado da forma mais competitiva possível?
2. O que é que a Manutenção pode oferecer para que a empresa consiga responder ao mercado da forma mais competitiva possível?

As respostas a estas perguntas são as seguintes:

1. Disponibilidade - Deve ser alta, razão de ser da actividade manutenção;
2. Fiabilidade - Os equipamentos devem de ser de alta fiabilidade;
3. Custos - Devem ser os adequados às circunstâncias da empresa;
4. Qualidade;
5. Segurança;
6. Moral.

Estas respostas são *indicadoras* de que a manutenção deve acompanhar e melhorar a vida dos Activos Físicos. Os indicadores servem para monitorizar esta actividade e ajudar a definir para onde se pretende ir.

A Manutenção tem um papel muito importante na estratégica da empresa, na sua melhoria, rumo ao futuro. Logo, qualquer medida que implique aperfeiçoamentos na empresa deve ter todo o apoio da Gestão. A sustentação deste movimento deverá ser obtido pelo:

- a) *Empenho da Administração* - Esta atitude deve ser visível para toda a organização e não somente para a manutenção;
- b) *Participação de todos* - Nenhum programa pode ter sucesso sem o papel activo de todos os colaboradores;
- c) *Obtenções de melhorias* - À medida que as melhorias começam a aparecer actuam como impulsionadoras e motivadoras de mudança;
- d) *Lucro com os resultados* - Podem ser traduzidos por uma grande variedade de benefícios que passam pela permanência da empresa no mercado, manutenção do

emprego, redução das chamadas aos fins-de-semana, maneira mais ordenada de realizar o serviço, etc.

### 2.3 TPM – Manutenção Produtiva Total

Juntamente com o 5S e a polivalência, o TPM pode ser considerado como prática básica na manutenção moderna.

Na cultura do TPM diz-se que “da minha máquina cuido eu”, que é um termo adoptado pelos operadores que passam a ter uma atenção especial para com o “seu” equipamento, atitude muito diferente daquilo que ainda se verifica em muitas indústrias hoje em dia. Na atitude em relação às máquinas está a observação do seu desempenho, limpeza, organização e actividades de manutenção de primeiro nível.

À medida que os operadores vão ficando aptos para executarem tarefas elementares de manutenção, o pessoal da manutenção pode dedicar-se a tarefas mais complexas.

Para que isto seja possível é preciso, em primeiro lugar, dar formação e depois treino aos operadores dos equipamentos.

- Operadores
  - Executar tarefas simples de manutenção;
  - Lubrificar regularmente, e executar reapertos.
- Pessoal da manutenção
  - Executar tarefas de manutenção mais complexas, e mais exigentes.
- Engenheiros
  - Fazer planeamento, projecto e desenvolvimento de equipamentos.

Para se obter aumento da fiabilidade dos equipamentos para incrementar os níveis de produção é imprescindível a utilização de técnicas de análise de falhas. Quando a manutenção, através do seu pessoal, utiliza essas ferramentas em grupos multidisciplinares, está a praticar Engenharia de Manutenção.

### 2.4 Manutenção de Classe Mundial

#### I. Manutenção de Classe Mundial

##### *Premissas*

- Uma vez assimilada a necessidade de mudança fica claro que para uma *Empresa com Desempenho de Nível Mundial* é necessária uma *Manutenção de Classe Mundial*. A pergunta que se coloca é a seguinte: Como fazer para se atingir a manutenção de Classe Mundial?
  - A resposta é evidente - é através da adopção das melhores práticas de manutenção. No entanto, importa assumir a seguinte atitude:
    - a) Sair da estagnação em que se encontra a manutenção nos dias de hoje para atingir a *Manutenção de Classe Mundial*.

- b) Caminhar na direcção dos melhores de uma forma sustentada, e depois manter-se entre eles.

### *Desenvolvimento da Manutenção*

- Os passos para se atingir uma *Manutenção de Classe Mundial* são os seguintes:

Reactiva → Controlada → Inovadora → Classe Mundial

Se a Manutenção estiver no primeiro estágio, *Reactiva*, isto é, reagindo aos acontecimentos, estará a praticar a Manutenção Correctiva, não Planeada. Nesta situação, quem comanda a manutenção são os equipamentos. Nesta fase não se consegue inovar, não acontecem melhorias.

É preciso dominar a situação, para que assim se consiga *controlar* a manutenção para que se possa, a partir daí, introduzir as melhorias necessárias e, desta forma, se conseguir *Inovar*.

Somente depois de se *controlar* e *innovar* é que se pode atingir a *Manutenção de Classe Mundial*.

Num cenário como o actual, de alta competitividade, os resultados das empresas e dos seus segmentos devem ser cada vez melhores e a melhoria constitui um objectivo de cada um.

Tem que haver muita determinação da parte de todos no sentido de romper com a mentalidade existente nas empresas, na forma como se trata a Manutenção, que é de 3º Mundo em muitas situações, nos tempos actuais de grande crise económica a nível mundial, em que ninguém espera por ninguém, porque estão todos competindo entre si.

## II. Melhorias - Manutenção de Classe Mundial

Para nos situarmos num contexto de Manutenção de Classe Mundial deve fazer-se o seguinte:

### II.1 Rever as práticas de manutenção adoptadas

- a) Privilegiar a Manutenção Planeada/Preditiva;
- b) Fazer Engenharia de Manutenção;
- c) Cortar serviços desnecessários para racionalizar custos.

É usual encontrar nas empresas uma estrutura maior do que a necessária no Sector da Manutenção, bem como o seu oposto. Os serviços desnecessários consomem inutilmente parte desses recursos entre os quais se podem citar, por exemplo, excesso de manutenção

preventiva, problemas da qualidade da mão-de-obra, planeamento descoordenado, entre muitos outros aspectos.

## II.2 Novas políticas de *stock* de sobressalentes

Podem incluir-se como condições desejáveis as seguintes:

- Total confiança no controlo do *stock* de sobressalentes na empresa;
- Rotação do *stock* maior que o ano económico;
- Eliminação de materiais sem consumo;
- Materiais e sobressalentes em consignação;
- Parcerias estratégicas com fornecedores.

Já lá vai o tempo em que se ficava com os armazéns cheios de sobressalentes, o que originava um imobilizado elevadíssimo. É altura de se adoptar novas relações comprador – fornecedor e, se possível, *Just in Time*.

## II.3 Sistema de gestão da manutenção

A utilização de sistemas de gestão da manutenção tem como objectivo maximizar a capacidade produtiva através de melhorias no desempenho da vida dos equipamentos, e assim se consegue operar a baixos custos por unidade produzida ou serviço prestado. Isto é conseguido em consequência da:

- Redução dos serviços de emergência;
- Aumento das horas produtivas;
- Redução de horas extraordinárias;
- Ordens de Trabalho que cobrem a totalidade das intervenções;
- Base de dados com o histórico dos equipamentos e ordens de trabalho;
- Planeamento pró-activo integrado (mão-de-obra, materiais, serviços de terceiros).

## II.4 Parceria operação – Manutenção

Para que a empresa atinja a excelência é necessário que em todas as áreas haja união e colaboração de todos. Actualmente não há espaço para comportamentos estanques - no passado cada área era um mundo particular.

A ligação entre a produção e a manutenção é fundamental para a análise conjunta de falhas, problemas crónicos, desempenho de equipamentos, planeamento de serviços e até na programação diária. Esta prática promove:

- Maior integração entre o pessoal;
- Grande envolvimento nos resultados finais;
- Melhor compreensão mútua, dos problemas e dificuldades na empresa;
- Resposta mais rápida na solução dos problemas;

- Desenvolvimento de uma cultura aberta, colaborante e entreajuda entre a produção e a manutenção.

### II.5 Capacidade e polivalência

As actividades que eram feitas por uma especialidade passaram a ser executadas também por outras especialidades com a mesma qualidade, e sempre em nome da qualidade e rapidez de serviço. Pode dar-se o exemplo do soldador que prepara o passe de raiz antes de iniciar a soldadura, depois faz a soldadura e, no final, introduz o líquido penetrante até completar todo o processo de soldadura.

As empresas procuram:

- Equipas motivadas;
- Boa qualificação do pessoal;
- Multi-especialização;
- Menor número de especialistas envolvidos, pela polivalência dos mesmos.

A melhor prática neste campo acontece quando as funções são enriquecidas com tarefas complementares, tanto no sentido de tarefas mais complexas, como também nas tarefas menos nobres, mas ambas importantes para melhorar a execução do serviço. Para que isto aconteça é necessário dar formação ao pessoal técnico e depois muito treino.

No caso presente, da manutenção de tratores agrícolas, as questões precedentes colocam-se com toda a pertinência e, para fazer um enquadramento da sua natureza e papel, os três apêndices desta monografia proporcionam informação atinente aos mesmos:

- O Apêndice A apresenta uma síntese sobre a vertente tecnológica dos tratores e respectivos procedimentos de manutenção;
- O Apêndice B apresenta uma breve resenha histórica do tractor;
- O Apêndice C apresenta os factores de produção na agricultura, incluindo metodologias de cálculo do ciclo de vida.

## Capítulo 3 - Caracterização das Ferramentas Estatísticas Utilizadas

---

### 3.1 Síntese das ferramentas estatísticas utilizadas no projecto

Pretende-se neste projecto verificar se o modelo de gestão de manutenção, e respectivos custos associados, proposto pelo fabricante de tractores *New Holland*, difere substancialmente da prática levada a efeito pelos proprietários dos seis tractores alvo do presente estudo.

O teste *t-Student* serve para testar se as *médias de duas populações* são ou não são *significativamente diferentes*. Neste estudo, pretende-se comparar as metodologias de manutenção propostas pelo fabricante durante a vida do tractor, com as metodologias utilizadas pelos proprietários, registadas nas intervenções que suportaram o presente estudo. São ainda comparados os custos dessas metodologias.

Assume-se que a distribuição das intervenções da família deste tipo de equipamentos tem uma distribuição normal e que as variáveis são homogéneas.

Para testar da *normalidade* das amostras foram utilizados o teste de *Kolmogorov-Smirnov* e o teste de *Shapiro-Wilk*.

Para testar se as amostras utilizadas neste estudo verificam a homogeneidade nas suas variâncias utiliza-se o teste de *Levene*.

Depois de verificados estes pressupostos avançou-se para o teste *t-Student*. No entanto, é importante referir que existem autores que defendem que não se comete grande erro se ignorar o facto das amostras em estudo não verificarem a normalidade, como à frente se referirá mais em pormenor.

### 3.2 Teste de *Kolmogorov-Smirnov* e *Shapiro-Wilk*

Muitos métodos estatísticos supõem que os dados proveem de uma Distribuição Normal, (Bielefeldt, sd), (André, 2008).

Existem testes não-paramétricos, tais como o de *Kolmogorov-Smirnov*, *Shapiro-wilk*, entre outros, que permitem verificar se a distribuição de um conjunto de dados adere à Distribuição Normal.

Apesar do teste de *Kolmogorov-Smirnov* ser muito utilizado, o teste de *Shapiro-Wilk* é um teste muito potente, podendo afirmar-se que é o teste que mais segurança oferece na aderência à normalidade.

Na prática, no teste de *Shapiro-Wilk*, para a distribuição ser considerada Normal, para um erro de 5 % ( $\alpha = 0,05$ ), o valor calculado p-valor (Sig.) *tem que ser maior que 0,05*, valor normalmente utilizado como erro.

O teste de *Kolmogorov-Smirnov* baseia-se na máxima diferença entre a distribuição acumulada da amostra e a distribuição acumulada esperada.

Da mesma forma, tal como no teste anterior, no teste de *Kolmogorov-Smirnov*, para a distribuição ser considerada normal, para um erro de 5 % ( $\alpha = 0,05$ ), o valor calculado p-valor (Sig.) *tem que ser maior que 0,05*.

### 3.3 Teste de Leven

Este teste serve para verificar, a partir de amostras representativas, se as variâncias populacionais (estimadas a partir das amostras) são homogêneas; é um dos testes mais utilizados para este fim.

No presente estudo utilizou-se nas diferentes amostras para verificar a homogeneidade das variâncias, pois caso as amostras do presente estudo, cujas variáveis dependentes não tivessem *variâncias homogêneas*, não se poderia utilizar a distribuição t-Student.

### 3.4 Distribuição T-Student

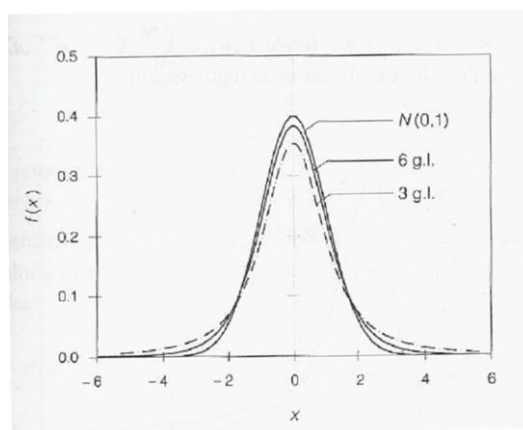


Fig. 3.1 Representação gráfica da Distribuição T-Student

A distribuição t-Student é simétrica, campaniforme, e semelhante à curva normal padrão, porém com caudas mais largas, (Marôco e Marôco, 2011).

Serve para testar se as médias de duas populações são ou não são significativamente diferentes. Este teste requer que as duas amostras tenham sido obtidas aleatoriamente de duas populações e que as variáveis dependentes possuam distribuição normal e variâncias homogêneas.

O teste em causa pode aplicar-se a situações distintas. No presente projecto foi aplicado o teste t-Student nas duas vertentes, pois, a amostra, como foi atrás referido, é pequena:

1. Teste t-Student para uma amostra (Marôco & Marôco, 2011)

Utiliza-se para testar se uma *média populacional* é ou não igual a um determinado valor, obtido a partir da estimativa obtida de uma amostra e, se a variável dependente sob estudo tiver distribuição normal.

No estudo efectuado foi utilizado o tractor 1, pois no período de tempo em que se possuía dados da manutenção, comparando com os dados (horas do conta horas) de fábrica, o fabricante unicamente disponibiliza valores para intervalos de 600h.

2. Teste t-Student para duas amostras

Este teste serve para testar se as médias de duas populações são ou não significativamente diferentes.

Este teste requer que as duas amostras tenham sido obtidas aleatoriamente de duas populações e que as variáveis dependentes possuam distribuição normal e variância homogénea.

Para os casos dos tratores em apreço, com excepção do tractor 2, todos tinham variância homogénea.

Quanto à normalidade das amostras existem autores que não dão grande importância a este requisito, pois segundo Cochran (1947) citado por (Marôco & Marôco, 2011), "ao sumariar a investigação nesta área, concluiu que a violação do pressuposto da normalidade, apresentava um efeito reduzido sobre a inflação da probabilidade de erro do tipo I, isto é, concluir pela existência de efeitos significativos que de facto não ocorrem na população", (Marôco & Marôco, 2011). Marôco (2011) diz que, "de uma forma geral, as estatísticas de teste (F da Anova ou a t-Student) são robustos ao erro de tipo I, mesmo quando as distribuições sob estudo apresentam assimetria e ou achatamento consideráveis.

No entanto, Marôco & Marôco (2011) diz que em cenários em que podem surgir dúvidas quanto à normalidade, como alternativa, pode recorrer-se aos testes não paramétricos que apresentam potência mais elevada e que devem ser utilizados preferencialmente.

Os testes não paramétricos que irão ser utilizados são os seguintes:

- Kolmogorov-Smirnov;
- Shapiro-Wilk.

A distribuição t-Student somente pode ser utilizada para comparar no máximo médias de duas e apenas duas populações das quais foram extraídas duas amostras, (Marôco & Marôco, 2011).

A comparação de médias de duas ou mais populações de onde foram extraídas amostras aleatórias e independentes pode fazer-se através de uma metodologia, genericamente designada por Análise de Variância, também designada por ANOVA, do inglês *Analysis of Variance*, desde que a distribuição da variável em estudo seja Normal e as variâncias populacionais homogéneas.

Se existir apenas um factor em estudo, isto é, uma variável independente, a análise de variância designa-se por ANOVA *one-way* (a um factor).

Se existir mais que um factor, ou seja, mais que uma variável independente, a análise de variância designa-se por ANOVA factorial.

### 3.5 SPSS Statistics

O SPSS *Statistics* é um dos programas mais utilizados em Ciências Sociais e em Investigação Operacional. Este programa foi produzido e comercializado pela "SPSS na IBM Company", originária dos EUA, (Marôco & Marôco, 2011).



Existem outros programas que podem ser utilizados com tanta ou mais eficiência do que este, quer nas Ciências Sociais quer nas Ciências Exactas. No entanto, foi este o escolhido, em primeiro lugar porque existe alguma facilidade na sua utilização, dado que a Escola Superior Agrária de Coimbra, unidade orgânica do IPC, e local onde até há pouco tempo o candidato exerceu funções, dispõe de uma licença anual do programa, disponibilizando-o quer aos docentes quer ao pessoal não docente.

Adicionalmente existe alguma tradição na utilização deste *software* no nosso meio académico.

No SPSS *Statistics*, a análise de dados faz-se em quatro etapas:

- 1º. Na primeira analisa-se, com especial atenção, o tipo de variáveis em estudo e a forma como os dados/amostras devem ser introduzidos no editor de dados do *software*;
- 2º. Na segunda exploram-se os dados que se possuem com recurso à estatística descritiva e gráfica, de forma a detectar dados anormais, valores extremos, ou mesmo valores questionáveis;
- 3º. Seguidamente decidem-se as técnicas de análise mais apropriadas para responder às questões em estudo, ao tipo de variáveis e ao tipo de amostras;
- 4º. Finalmente, analisam-se os resultados (output) produzidos pelo SPSS, retirando as respectivas conclusões.

## Capítulo 4 – Implementação do projecto

---

Foi extremamente difícil a obtenção de dados para dar início a este estudo, pois foram estabelecidos inúmeros contactos com diferentes firmas de tractores, representantes de marcas diferentes, inclusivamente no estrangeiro; no entanto, somente a New Holland, através da Empresa Agro Mondego, respondeu positivamente, fornecendo tudo o que lhes foi pedido, dentro das suas disponibilidades.

No presente projecto pretende-se identificar se, no universo da amostra, as intervenções nos seis tractores foram realizadas de acordo com aquilo que é preconizado pelo fabricante, ao longo de um determinado intervalo de tempo.

Os tractores, da marca *New Holland*, foram agrupados dois a dois, com três motorizações diferentes (dois com potência < 115CV, dois = 115CV e dois > 115CV).

Numa *primeira fase*, pretendeu identificar-se se a manutenção destes tractores foi feita de acordo com o mapa de horas de funcionamento preconizado pelo fabricante *New Holland*.

Numa *segunda fase* pretendeu analisar-se o desvio dos custos das intervenções realizadas com os custos indicadas pelo fabricante, tendo como referência os intervalos entre as mesmas em horas.

Numa *terceira fase* compararam-se os custos reais, por potências dos tractores, da sua manutenção ao longo dos anos.

É claro que somente seria possível igualar as diferentes manutenções efectuadas com o aconselhado pelo fabricante se somente houvesse intervenções planeadas, o que é quase uma utopia. No entanto, o objectivo que deve nortear qualquer Departamento de Manutenção é evoluir no sentido de que as intervenções sejam todas planeadas, evitando as não planeadas, como tem sido descrito ao longo desta monografia.

Como foi previamente relatada, houve grande dificuldade na obtenção de dados reais deste tipo de equipamentos, pelo que os elementos obtidos, não obstante muito importantes, constituem apenas uma pequena amostra, inferior a 30 dados. Por consequência, a abordagem efectuada aos mesmos, tal como referido, será através de estatística inferencial, designadamente através da distribuição de t-Student, atendendo a que esta distribuição é a considerada apropriada, desde que a população seja normalmente distribuída e  $\sigma$  conhecido.

### 4.1 – Testes bilaterais

#### 4.1.1 – Com valor absoluto da média

O teste a efectuar prende-se com os *valores críticos da média da amostra*, sendo  $\sigma$  conhecido, (Kazmier, 1982).

$$\text{Valores críticos} \quad \bar{x}_{RC} = \mu_0 \pm z \sigma \bar{x} \quad (4.1)$$

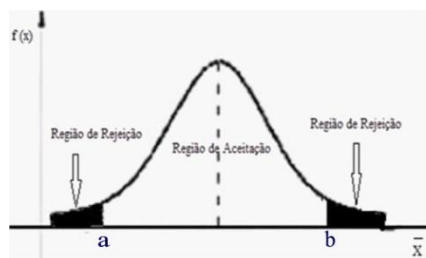


Fig. 4.1 Zonas de aceitação e de Rejeição

No caso de um teste bilateral existem duas regiões de rejeição. Para se rejeitar a hipótese nula, a média da amostra deve ter um valor menor que  $a$ , ou maior do que  $b$ .

$$\text{Sendo } a = \mu_0 - z \sigma \bar{x} \quad (4.2)$$

$$b = \mu_0 + z \sigma \bar{x} \quad (4.3)$$

#### 4.1.2 – Em Z

Com o valor da média da amostra determinado pode transformar-se num *valor Z* de modo a poder compará-lo com os valores críticos desta variável. A fórmula para esta transformação, sendo  $\sigma$  conhecido, é:

$$Z = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\sigma \bar{x}} \quad \text{ou} \quad Z = \frac{\bar{x} - \mu_0}{Sx} \quad (4.4)$$

#### 4.1.3 – Testes unilaterais

Um *teste unilateral* é apropriado quando se está interessado em possíveis desvios em apenas uma direcção, a partir do valor hipotético da média.

A *região de rejeição* de um teste unilateral encontra-se sempre na cauda que representa apoio para a hipótese alternativa. Tal como para um teste bilateral, o valor crítico pode ser determinado para a média em valor absoluto ou em termos do seu valor Z. Contudo, os valores críticos para testes unilaterais diferem dos testes bilaterais, porque a proporção da área encontra-se toda apenas numa cauda da distribuição.

A tabela seguinte apresenta os valores de Z, para o caso de uma distribuição normal, necessários para testes unilaterais e bilaterais para os níveis de significância que irão ser utilizados na análise dos dados dos tractores acima mencionados. Para a distribuição t-Student tem que se entrar em consideração com os factores de liberdade, como se verá mais à frente.

Nível significância	Tipo de teste	
	<i>Unilateral</i>	<i>Bilateral</i>
5%	+1,65 ou -1,65	±1,96
1%	+ 2,33 ou -2,33	±2,58

Tabela 4.1 – Valores críticos de Z para dois níveis de significância

A fórmula geral para estabelecer o valor crítico da média da amostra ( $\bar{x}_{RC}$ ) para um teste unilateral, sendo  $\sigma$  conhecido, é :

$$\mu_0 + z \sigma \bar{x} \quad \text{ou} \quad \mu_0 - z \sigma \bar{x} \quad \sigma \bar{x} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (4.5)$$

Nestas fórmulas, Z pode ser negativo, dando como resultado uma subtração do segundo termo em cada uma das fórmulas:

$$Z = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\sigma \bar{x}} \quad (4.6)$$

## 4.2 – Testes bilaterais - Nível de significância de 5%

Realizaram-se os testes bilaterais em detrimento dos testes unilaterais por a amostra ser pequena, sendo os resultados obtidos através dos testes bilaterais mais fiáveis.

### 4.2.1 Determinar os valores críticos do valor médio da amostra

O primeiro teste aplicado relaciona-se com a determinação dos valores críticos da média da amostra para um nível de significância de 5%, onde,

$$H_0: \mu = 600h \quad H_1: \mu \neq 600h \quad (4.7)$$

$$\bar{x}_{RC} = \mu_0 \pm z \sigma \bar{x} \quad \text{sendo} \quad \sigma \bar{x} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (4.8)$$

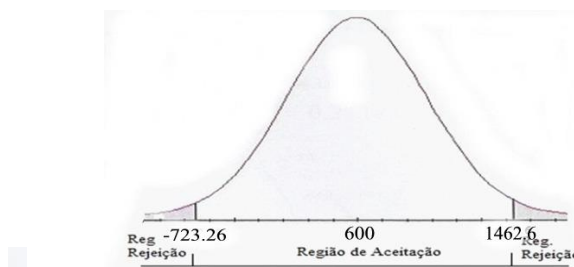
$$\sigma \bar{x} = \frac{1041.29}{\sqrt{6}} = 425,1 \quad (4.9)$$

$$\bar{x}_{RC} = 969.67 \pm 2,571 \times \frac{1041.29}{\sqrt{6}} \Leftrightarrow \text{Li. Su. } 2062.6 - 600 = 1462.6 \quad (4.10)$$

e

$$\text{Li. In. } -123.26 - 600 = -723,26 \quad (4.11)$$

Nota: Aceita-se  $H_0$ , pois  $H_0 = 600$  encontra-se dentro do intervalo, acima referido.



■ *Fig. 4.2 Aceita-se  $H_0$  pois o valor encontrado situa-se dentro do intervalo de aceitação*

#### 4.2.2 Valor crítico em termos de Z, com $\alpha = 0,05$

O mesmo teste do ponto anterior, mas especificando o valor crítico em termos de Z, com  $\alpha = 0,05$ , vem:

$$Z = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\sigma \bar{x}} \quad \text{e} \quad \sigma \bar{x} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (4.12)$$

$$Z = \frac{969,67 - 600}{425,1} = 0,87 \quad \text{com} \quad \sigma \bar{x} = \frac{1041,29}{\sqrt{6}} = 425,1 \quad (4.13)$$

Como seria expectável, aceita-se a hipótese nula, pois o valor de Z calculado encontra-se dentro do intervalo de  $-1,96 < 0,87 < 1,96$ .

#### 4.3 Erros Tipo I e II para todos os tratores, primeira manutenção

A metodologia para a determinação dos erros Tipo I e II seguem os seguintes passos:

- a) Formulação das hipóteses nula e alternativa para a amostra em estudo

$$H_0: \mu = 600h \quad \quad \quad H_1: \mu \neq 600h$$

- b) Determinação do valor crítico da média da amostra, a ser utilizado no teste da hipótese nula, com um nível de significância de 5%

$$\bar{x}_{RC} = 600 + 1,96 * 425,1 = 1433,196 \quad \text{e} \quad \bar{x}_{RC} = 600 - 1,96 * 425,1 = -233,1 \quad (4.14)$$

$$\sigma \bar{x} = \frac{1041,29}{\sqrt{6}} = 425,1 \quad (4.15)$$

- c) Identificação do Erro Tipo I associado ao uso do valor crítico

Erro Tipo I é igual a 0,05 (nível de significância utilizado no teste de hipótese nula)

- d) A identificação da probabilidade do Erro Tipo II, associado à regra de decisão, dado o valor alternativo da média

$$Z = \frac{\bar{x}_{rc} - \mu_1}{\sigma \bar{x}} \quad \text{e} \quad \sigma \bar{x} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (4.16)$$

$$Z_1 = \frac{-233,1 - 969,67}{425,1} = -2,88 \quad \text{e} \quad Z_2 = \frac{1433,196 - 969,67}{425,1} = 1,09 \quad (4.17)$$

$$P(\text{Erro Tipo I}) = P(E.T. > 1,09 \vee E.T. < -2,88) \quad (4.18)$$

Potência do teste:  $1 - \beta = 1 - 0,17 = 0,83$

A potência de um teste de hipóteses é a probabilidade de não se cometer um Erro Tipo II.

Sendo  $\beta$  a probabilidade de se cometer um erro do tipo II, ou seja, a probabilidade de não rejeitar a *hipótese nula* quando esta é falsa, a *potência* do teste é dada por  $1 - \beta$ .

A potência de um determinado teste de hipóteses só pode ser determinada a partir de um valor concreto para o parâmetro que se pretende testar. Deste modo, não é, geralmente, possível determinar, *a priori*, a potência de um teste estatístico, pois o valor do parâmetro é desconhecido (por isso é que se realiza o teste).

À medida que se diminui o nível de significância dum teste, diminui-se também a sua potência.

## Capítulo 5 - Análise Estatística das intervenções nos tratores

Tractor	P600h	P1200h	P1800h	P2400h	P3000h	NP1	Np2	NP3	NP4	NP5	Np6	NP7
1	519	691	1030	1217	-1	878	1387	-1	-1	-1	-1	-1
2	2390	2700	-1	-1	-1	1722	2421	2462	-1	-1	-1	-1
3	2212	3101	-1	-1	-1	2212	2335	2341	2465	2475	2479	2594
4	262	469	871	1014	1244	262	634	1057	1219	-1	-1	-1
5	105	684	-1	-1	-1	105	248	395	477	646	684	840
6	330	969	1239	-1	-1	598	872	1216	1323	-1	-1	-1
Tractor	NP8	NP9	custoP600	custoP1200	custoP1800	custoP2400	custoP3000	custoNP1	custoNP2	custoNP3	custoNP4	custoNP5
1	-1	-1	71,06	143,79	797,36	254,63	-1	152,20	165,45	-1	-1	-1
2	-1	-1	82,2	139,05	-1	-1	-1	168,80	152,35	237,80	-1	-1
3	3101	3122	185,83	589,10	-1	-1	-1	364,76	22,86	16,00	173,80	42,60
4	-1	-1	149,42	179,65	20	788,02	161,50	340,00	203,60	112,40	259,83	-1
5	-1	-1	73,84	145,52	-1	-1	-1	40,64	35,40	379,39	23,28	48,20
6	-1	-1	375,65	984,04	127,62	-1	-1	467,54	177,25	232,00	90,62	-1
Tractor	custoNP6	custoNP7	custoNP8	custoNP9	cstFab600	cstFab1200	cstFab1800	cstFab2400	errorcst600	errorcst1200	errorcst1800	errorcst2400
1	-1	-1	-1	-1	292,99	950,33	292,99	950,33	221,93	806,54	-504,37	695,70
2	-1	-1	-1	-1	278,69	922,23	278,69	922,23	189,90	783,18		
3	603,13	764,10	184,55	59,23	253,51	742,20	253,51	742,20	-297,08	153,10		
4	-1	-1	-1	-1	288,00	910,04	288,00	910,04	-201,42	730,39	268,00	122,02
5	1031,93	84,84	-1	-1	208,17	592,67	208,17	592,67	134,33	447,15		
6	-1	-1	-1	-1	336,95	880,58	336,95	880,58	-38,70	-103,46	209,33	
Tractor	csttotP	Potência										
1	1266,84	1										
2	2321,25	1										
3	774,93	2										
4	1298,59	2										
5	219,36	3										
6	1487,31	3										

Fig.5.1 Resumo dos valores das folhas de obra da amostra

A figura 5.1 apresenta o resumo dos valores lançados nas Folhas de Obra (Ordens de Trabalho) que serviram de suporte administrativo às intervenções nos tratores da amostra utilizada.

Numa primeira fase comparam-se as horas, medidas no conta-horas, em que foram feitas as intervenções de manutenção nos diferentes tratores, as quais constituem as amostras deste estudo, que serão comparadas com os intervalos de manutenção propostos pelo fabricante para as diferentes intervenções.

As condições de que se partiu foram as seguintes:

1)  $H_0: \mu_1 = 600h$  ou  $H_1 \neq 600h$  Com um valor de erro 5%

Se (sig.)  $\sigma < \alpha = 5\% \rightarrow$  Rejeita-se  $H_0$

Se (sig.)  $\sigma \geq \alpha = 5\% \rightarrow$  Aceita-se  $H_0$ , como verdadeiro

2)  $H_0: \mu_1 = 1200h$  ou  $H_1 \neq 1200h$  Com um valor de erro 5%

3)  $H_0: \mu_1 = 1800h$  ou  $H_1 \neq 1800h$  Com um valor de erro 5%

4)  $H_0: \mu_1 = 2400h$  ou  $H_1 \neq 2400h$  Com um valor de erro 5%

5)  $H_0: \mu_1 = 3000h$  ou  $H_1 \neq 3000h$  Com um valor de erro 5%

## 5.1 Teste-T

### Estatísticas de uma amostra

	N	Média	Desvio padrão	Erro padrão da média
P600h	6	969,67	1041,293	425,106

### Teste de uma amostra

	Valor do teste = 600					
	t	df	Sig. (2 extremidades)	Diferença média	95% Intervalo de confiança da diferença	
					Inferior	Superior
P600h	,870	5	,424	369,667	-723,10	1462,44

t = Estatística do teste      df = graus de liberdade      Sig. = p-value

Diferença média = Diferença entre a média amostral e o valor testado

## Teste-T

### Estatísticas de uma amostra

	N	Média	Desvio padrão	Erro padrão da média
P1200h	6	1435,67	1152,704	470,589

### Teste de uma amostra

	Valor do teste = 1200					
	t	df	Sig. (2 extremidades)	Diferença média	95% Intervalo de confiança da diferença	
					Inferior	Superior
P1200h	,501	5	,638	235,667	-974,02	1445,35



**Teste-T****Estatísticas de uma amostra**

	N	Média	Desvio padrão	Erro padrão da média
P1800h	3	1046,67	184,565	106,559

**Teste de uma amostra**

	Valor do teste = 1800					
	t	df	Sig. (2 extremidades)	Diferença média	95% Intervalo de confiança da diferença	
					Inferior	Superior
P1800h	-7,070	2	,019	-753,333	-1211,82	-294,85

Terceira manutenção 1800h

$$H_0 = 1800h \quad H_1 \neq 1800h$$

Como p-value = 0,019 < 5%, então rejeita-se  $H_0$ .

Ao rejeitar-se  $H_0$  conclui-se que a terceira intervenção de manutenção efectuada nos tractores que constituem a amostra não foi realizada às 1800h.

**Teste-T****Estatísticas de uma amostra**

	N	Média	Desvio padrão	Erro padrão da média
P2400h	2	1115,50	143,543	101,500

**Teste de uma amostra**

	Valor do teste = 2400					
	t	df	Sig. (2 extremidades)	Diferença média	95% Intervalo de confiança da diferença	
					Inferior	Superior
P2400h	-12,655	1	,050	-1284,500	-2574,18	5,18

**Estatísticas de uma amostra**

	N	Média	Desvio padrão	Erro padrão da média
P3000h	1	1244,00	.	.

Não é possível elaborar o quadro “Teste de uma amostra” pelo facto de que, às 3000h só haver um registo, como se constata no Fig. 5.1.

## 5.2 Testes Não Paramétricos

Resumo de Teste de Hipótese

	Hipótese nula	Teste	Sig.	Decisão
1	As categorias de Trator ocorrem com iguais probabilidades.	Teste Qui-Quadrado de Uma Amostra	1,000	Reter a hipótese nula.
2	As categorias de CstFabP1200 ocorrem com iguais probabilidades	Teste Qui-Quadrado de Uma Amostra	1,000	Reter a hipótese nula.
3	As categorias de CstFabP1800 ocorrem com iguais probabilidades	Teste Qui-Quadrado de Uma Amostra	1,000	Reter a hipótese nula.
4	As categorias de CstFabP2400 ocorrem com iguais probabilidades	Teste Qui-Quadrado de Uma Amostra	1,000	Reter a hipótese nula.
5	A distribuição de P600h é normal com média 989,667 e desvio padrão 1.041,29.	Um teste Kolmogorov-Smirnov de uma amostra	,515	Reter a hipótese nula.
6	A distribuição de P1200h é normal com média 1.435,667 e desvio padrão 1.152,70.	Um teste Kolmogorov-Smirnov de uma amostra	,555	Reter a hipótese nula.
7	A distribuição de P1800h é normal com média 1.046,667 e desvio padrão 184,57.	Um teste Kolmogorov-Smirnov de uma amostra	1,000	Reter a hipótese nula.
8	A distribuição de P2400h é normal com média 1.115,500 e desvio padrão 143,54.	Um teste Kolmogorov-Smirnov de uma amostra	,999	Reter a hipótese nula.
9	A distribuição de P3000h é normal com média 1.244,000 e desvio padrão 0,00.	Um teste Kolmogorov-Smirnov de uma amostra	.	Incapaz de calcular.
10	A distribuição de NP1 é normal com média 962,833 e desvio padrão 837,15.	Um teste Kolmogorov-Smirnov de uma amostra	,959	Reter a hipótese nula.
11	A distribuição de NP2 é normal com média 1.316,167 e desvio padrão 901,92.	Um teste Kolmogorov-Smirnov de uma amostra	,964	Reter a hipótese nula.

São exibidas significâncias assintóticas. O nível de significância é ,05.

Resumo de Teste de Hipótese

	Hipótese nula	Teste	Sig.	Decisão
12	A distribuição de NP3 é normal com média 1.494,200 e desvio padrão 884,66.	Um teste Kolmogorov-Smirnov de uma amostra	,953	Reter a hipótese nula.
13	A distribuição de NP4 é normal com média 1.371,000 e desvio padrão 820,87.	Um teste Kolmogorov-Smirnov de uma amostra	,926	Reter a hipótese nula.
14	A distribuição de NP5 é normal com média 1.560,500 e desvio padrão 1.293,30.	Um teste Kolmogorov-Smirnov de uma amostra	,999	Reter a hipótese nula.
15	A distribuição de NP6 é normal com média 1.581,500 e desvio padrão 1.269,26.	Um teste Kolmogorov-Smirnov de uma amostra	,999	Reter a hipótese nula.
16	A distribuição de NP7 é normal com média 1.717,000 e desvio padrão 1.240,27.	Um teste Kolmogorov-Smirnov de uma amostra	,999	Reter a hipótese nula.
17	A distribuição de NP8 é normal com média 3.101,000 e desvio padrão 0,00.	Um teste Kolmogorov-Smirnov de uma amostra	.	Incapaz de calcular.
18	A distribuição de NP9 é normal com média 3.122,000 e desvio padrão 0,00.	Um teste Kolmogorov-Smirnov de uma amostra	.	Incapaz de calcular.
19	A distribuição de CustoP600h é normal com média 156,333 e desvio padrão 117,12.	Um teste Kolmogorov-Smirnov de uma amostra	,890	Reter a hipótese nula.
20	A distribuição de CustoP1200h é normal com média 363,525 e desvio padrão 350,98.	Um teste Kolmogorov-Smirnov de uma amostra	,396	Reter a hipótese nula.

São exibidas significâncias assintóticas. O nível de significância é ,05.

Resumo de Teste de Hipótese				Resumo de Teste de Hipótese					
	Hipótese nula	Teste	Sig.	Decisão		Hipótese nula	Teste	Sig.	Decisão
21	A distribuição de CustoP1800 é normal com média 314,993 e desvio padrão 421,19.	Um teste Kolmogorov-Smirnov de uma amostra	,882	Reter a hipótese nula.	30	A distribuição de CustoNP7 é normal com média 424,470 e desvio padrão 480,31.	Um teste Kolmogorov-Smirnov de uma amostra	,999	Reter a hipótese nula.
22	A distribuição de CustoP2400 é normal com média 521,325 e desvio padrão 377,16.	Um teste Kolmogorov-Smirnov de uma amostra	,999	Reter a hipótese nula.	31	A distribuição de CustoNP8 é normal com média 184,550 e desvio padrão 0,00.	Um teste Kolmogorov-Smirnov de uma amostra		Incapaz de calcular.
23	A distribuição de CustoP3000 é normal com média 161,500 e desvio padrão 0,00.	Um teste Kolmogorov-Smirnov de uma amostra		Incapaz de calcular.	32	A distribuição de CustoNP9 é normal com média 69,230 e desvio padrão 0,00.	Um teste Kolmogorov-Smirnov de uma amostra		Incapaz de calcular.
24	A distribuição de CustoNP1 é normal com média 255,657 e desvio padrão 160,24.	Um teste Kolmogorov-Smirnov de uma amostra	,961	Reter a hipótese nula.	33	A distribuição de CstFabP600 é normal com média 276,385 e desvio padrão 43,04.	Um teste Kolmogorov-Smirnov de uma amostra	,984	Reter a hipótese nula.
25	A distribuição de CustoNP2 é normal com média 126,152 e desvio padrão 77,13.	Um teste Kolmogorov-Smirnov de uma amostra	,854	Reter a hipótese nula.	34	A distribuição de ErroCst600 é normal com média 1,493 e desvio padrão 216,18.	Um teste Kolmogorov-Smirnov de uma amostra	,907	Reter a hipótese nula.
26	A distribuição de CustoNP3 é normal com média 195,518 e desvio padrão 137,90.	Um teste Kolmogorov-Smirnov de uma amostra	,985	Reter a hipótese nula.	35	A distribuição de ErroCst1200 é normal com média 469,483 e desvio padrão 376,55.	Um teste Kolmogorov-Smirnov de uma amostra	,827	Reter a hipótese nula.
27	A distribuição de CustoNP4 é normal com média 136,882 e desvio padrão 102,51.	Um teste Kolmogorov-Smirnov de uma amostra	1,000	Reter a hipótese nula.	36	A distribuição de ErroCst1800 é normal com média -9,013 e desvio padrão 429,99.	Um teste Kolmogorov-Smirnov de uma amostra	,830	Reter a hipótese nula.
28	A distribuição de CustoNP5 é normal com média 46,400 e desvio padrão 3,96.	Um teste Kolmogorov-Smirnov de uma amostra	,999	Reter a hipótese nula.	37	A distribuição de ErroCst2400 é normal com média 408,860 e desvio padrão 405,65.	Um teste Kolmogorov-Smirnov de uma amostra	,999	Reter a hipótese nula.
29	A distribuição de CustoNP6 é normal com média 817,530 e desvio padrão 303,21.	Um teste Kolmogorov-Smirnov de uma amostra	,999	Reter a hipótese nula.					

São exibidas significâncias assintóticas. O nível de significância é ,05.

Tabela 5.1 – Resumo das diversas situações de Testes de Hipóteses

Há situações listadas na tabela precedente, nas posições 9, 17, 18, 23, 31 e 32, em que o programa SPSS não conseguiu efectuar o teste Kolmogorov–Smirnov. A mensagem que o programa dá em todos estes casos é a seguinte: “Incapaz de calcular”.

Depois de analisados os dados da amostra, respeitante às diferentes situações em estudo, e que deram origem à mensagem anterior, chegou-se à conclusão de que em todos estes casos têm somente um valor, o que torna impossível fazer qualquer tipo de comparação.

### 5.3 Teste-T – Comparar custos \ Potências

#### Estadísticas de grupo

	Potência	N	Média	Desvio padrão	Erro padrão da média
CstTotP	>115	2	1794,0450	745,58046	527,20500
	=115	2	1036,7600	370,28354	261,83000

**Teste de amostras independentes**

	Teste de Levene para igualdade de variâncias		teste-t para Igualdade de Médias						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2 extremidades)	Diferença média	Erro padrão de diferença	95% Intervalo de confiança da diferença	
								Inferior	Superior
CstTotP	.	.	1,286	2	,327	757,28500	588,64256	-1775,43951	3290,00951
			1,286	1,465	,365	757,28500	588,64256	-2905,30879	4419,87879

**Teste-T****Estatísticas de grupo**

	Potência	N	Média	Desvio padrão	Erro padrão da média
CstTotP	=115	2	1036,7600	370,28354	261,83000
	<115	2	853,3350	896,57604	633,97500

**Teste de amostras independentes**

	Teste de Levene para igualdade de variâncias		teste-t para Igualdade de Médias						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2 extremidades)	Diferença média	Erro padrão de diferença	95% Intervalo de confiança da diferença	
								Inferior	Superior
CstTotP	.	.	,267	2	,814	183,42500	685,91490	-2767,82862	3134,67862
			,267	1,331	,825	183,42500	685,91490	-4760,56720	5127,41720

**Teste-T****Estatísticas de grupo**

	Potência	N	Média	Desvio padrão	Erro padrão da média
CstTotP	>115	2	1794,0450	745,58046	527,20500
	<115	2	853,3350	896,57604	633,97500

### Teste de amostras independentes

	Teste de Levene para igualdade de variâncias		teste-t para Igualdade de Médias						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2 extremidades)	Diferença média	Erro padrão de diferença	95% Intervalo de confiança da diferença	
								Inferior	Superior
Variâncias iguais assumidas	.	.	1,141	2	,372	940,71	824,54194	-2607,00763	4488,42763
CstTotP Variâncias iguais não assumidas			1,141	1,936	,375	940,71000	824,54194	-2722,49673	4603,91673

Após a análise dos quadros anteriores podem retirar-se as seguintes conclusões:

- Para a manutenção planeada às 600h, o Sig. = 0,424 (p-valor), logo Sig. > 0,05, assim, pode aceitar-se  $H_0$  como sendo verdadeiro. Desta forma, as primeiras intervenções realizadas aos seis tractores, e que constituem a amostra, não diferem em muito das 600h.
- Para as intervenções às 1200h, verificou-se o mesmo que no ponto anterior.
- Para as 1800h verificou-se que p-value = 0,019 < 5% → Rejeita-se  $H_0$ .  
Assim, como se rejeita  $H_0$ , conclui-se que a terceira intervenção de manutenção efectuada nos tractores que constituem a amostra não foi realizada às 1800h.
- Para as 2400h,  $\sigma = 0,05$ , não se rejeita  $H_0$ , pois como já foi dito no início, se (sig.)  $\sigma \geq \alpha = 5\% \rightarrow$  Aceita-se  $H_0$ , como verdadeiro.
- Para as 3000h, não é possível efectuar qualquer teste, pois tem-se somente um dado.
- Ao comparar-se os custos de manutenção em função das potências, duas a duas, sendo a amostra constituída por seis tractores:
  - Dois com potências > 115cv;
  - Dois com potências = 115cv;
  - Dois com potências < 115cv.

Da análise dos quadros onde constam os resultados dos testes efectuados através do teste da T-Student, verifica-se que os custos resultantes das diferentes intervenções não variam com as potências.

Vai agora comparar-se os custos das intervenções efectuadas às 600h, 1200h, 1800h, 2400h, com os custos estimados pelo fabricante nos mesmos intervalos.

**Estatísticas descritivas**

	N	Média
CstFabP600	6	276,3850
N válido (de lista)	6	

**Teste-T****Estatísticas de uma amostra**

	N	Média	Desvio padrão	Erro padrão da média
CustoP600h	6	156,3333	117,12394	47,81565

**Teste de uma amostra**

	Valor do teste = 276,39€ (Média de Fábrica)					
	t	df	Sig. (2 extremidades)	Diferença média	95% Intervalo de confiança da diferença	
					Inferior	Superior
CustoP600h	-2,511	5	,054	-120,05667	-242,9707	2,8574

t = Estatística de teste

df = graus de liberdade

Sig (2 extremidades) = p-value

Fábrica:  $\mu_{600} = 276,39\text{€}$  Média dos custos de fábrica, às 600hAssim:  $H_0: \mu_{600} = 276,39\text{€}$  e  $H_1: \mu_{600} \neq 276,39\text{€}$ Como p-value = 0,054 > 5% → Não se rejeita  $H_0$ .

Em face dos valores amostrais, com um nível de significância de 5%, o p-value encontrado é de 5,4%, o que leva a concluir que não existe evidência para rejeitar a hipótese nula.

**Descritivos****Estatísticas descritivas**

	N	
CstFabP1200	6	833,0083
N válido (de lista)	6	

**Teste-T****Estatísticas de uma amostra**

	N	Média	Desvio padrão	Erro padrão da média
CustoP1200h	6	363,5250	350,97910	143,28662

**Teste de uma amostra**

	Valor do teste = 833€ (Média de Fábrica)					
	t	df	Sig. (2 extremidades)	Diferença média	95% Intervalo de confiança da diferença	
					Inferior	Superior
CustoP1200h	-3,276	5	,022	-469,47500	-837,8050	-101,1450

Fábrica:  $\mu_{1200} = 833\text{€}$  Média dos custos de fábrica, às 1200h

Assim:  $H_0: \mu_{1200} = 833\text{€}$  e  $H_1: \mu_{1200} \neq 833\text{€}$

Como p-value = 0,022 < 5% → Rejeita-se  $H_0$ .

Em face dos valores amostrais, com um nível de significância de 5%, o p-value encontrado é de 2,2%, portanto, os dados traduzem a evidência de que o verdadeiro valor pago na intervenção às 1200h é diferente de 833€.

**Descritivos****Estatísticas descritivas**

	N	Média
CstFabP1800	6	276,3850
N válido (de lista)	6	

**Teste-T****Estatísticas de uma amostra**

	N	Média	Desvio padrão	Erro padrão da média
CustoP1800	3	314,9933	421,19321	243,17601

**Teste de uma amostra**

	Valor do teste = 276,39€ (Média de Fábrica)					
	t	df	Sig. (2 extremidades)	Diferença média	95% Intervalo de confiança da diferença	
					Inferior	Superior
CustoP1800	,159	2	,888	38,60333	-1007,6986	1084,9053

Fábrica:  $\mu_{1800} = 276,39\text{€}$  Média dos custos de fábrica, às 1800h

Assim:  $H_0: \mu_{1800} = 276,39\text{€}$  e  $H_1: \mu_{1800} \neq 276,39\text{€}$

Como p-value = 0,89 > 5% → Não se rejeita-se  $H_0$ .

**Descritivos****Estatísticas descritivas**

	N	Média
CstFabP2400	6	833,0083
N válido (de lista)	6	

**Teste-T****Estatísticas de uma amostra**

	N	Média	Desvio padrão	Erro padrão da média
CustoP2400	2	521,3250	377,16369	266,69500

**Teste de uma amostra**

	Valor do teste = 833€ (Média de Fábrica)					
	t	df	Sig. (2 extremidades)	Diferença média	95% Intervalo de confiança da diferença	
					Inferior	Superior
CustoP2400	-1,169	1	,451	-311,67500	-3700,3563	3077,0063

Fábrica:  $\mu_{2400} = 833\text{€}$  Média dos custos de fábrica, às 2400h



Assim:  $H_0: \mu_{2400} = 833\text{€}$  e  $H_1: \mu_{2400} \neq 833\text{€}$

Como  $p\text{-value} = 0,45 > 5\% \rightarrow$  Não se rejeita-se  $H_0$ .

Do precedente, pode concluir-se que:

- 1) Os custos da manutenção não variam em função das potências dos tratores, para um erro de 5%.
- 2) Em termos estatísticos conclui-se que, às 600h, 1800h e 2400h, os valores despendidos nos seis tratores não variam substancialmente dos que são indicados pelo fabricante, com um erro de 5%.
- 3) Às 1200h os valores despendidos diferem dos que são indicados pelo fabricante.

## 5.4 Indicadores de Fiabilidade

### (1) Tractor (135CV)

#### Manutenção Não Planada

**MTBF** (Tempo Médio entre Avarias/ Não Planeads)

3)	878	6)	1387	509	h	30-03-2010	26-03-2012	Int dias	727	Dias	<b>MTBF</b>	509,00	h
----	-----	----	------	-----	---	------------	------------	----------	-----	------	-------------	--------	---

**MTTR** (Tempo Médio de Reparação num dado Período)

1 → 1h

3)	0,22	T (h) =	0,52			3)	25-03-2010	30-03-2010	Int dias	5	Dias	<b>MTTR</b>	0,68	h
	0,30					6)	26-03-2012	18-04-2012	Int dias	23	Dias			

6) 0,84 T (h) = 0,84

#### Manutenção Planada

**MTBM** (Tempo Médio entre Manutenções)

1)	519	2)	691	172	h	20-03-2008	11-03-2009	Int dias	356	Dias	<b>MTBM</b>	232,67	h
2)	691	4)	1030	339	h	16-03-2009	04-03-2011	Int dias	718	Dias			
4)	1030	5)	1217	187	h	12-03-2011	06-03-2012	Int dias	360	Dias			

**MTTM** (Tempo Médio para a Manutenção)

1)	1	T (h) =	1			1)	13-03-2008	20-03-2008	Int dias	7	Dias	<b>MTTM</b>	1,61	h
						2)	11-03-2009	16-03-2009	Int dias	5	Dias			
2)	0,98	T (h) =	0,98			4)	04-03-2011	12-03-2011	Int dias	8	Dias			
						5)	06-03-2012	07-03-2012	Int dias	1	Dias			

4) 0,83 T (h) = 2,69  
1,86

5) 1,13 T (h) = 1,13

#### Planadas e Não Planeadas

**MTBI**

1)	519	2)	691	172	h	20-03-2008	11-03-2009	Int dias	356	Dias	<b>MTBI</b>	417,00	h
2)	691	3)	878	187	h	16-03-2009	25-03-2010	Int dias	374	Dias			
3)	878	4)	1030	152	h	30-03-2010	04-03-2011	Int dias	339	Dias			
4)	1030	5)	1217	187	h	12-03-2011	06-03-2012	Int dias	360	Dias			
5)	1217	6)	1387	1387	h	07-03-2012	26-03-2012	Int dias	19	Dias			

**MMIT**

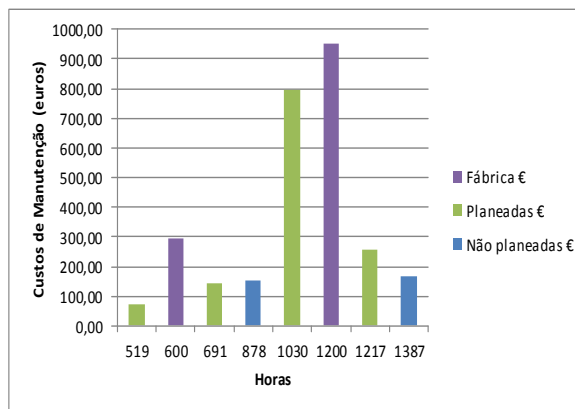
1)	1	T (h) =	1	h		1)	13-03-2008	20-03-2008	Int dias	7	Dias	<b>MMIT</b>	1,38	h
						2)	11-03-2009	16-03-2009	Int dias	5	Dias			
2)	0,98	T (h) =	0,98	h		3)	25-03-2010	30-03-2010	Int dias	5	Dias			
						4)	04-03-2011	12-03-2011	Int dias	8	Dias			
3)	0,22	T (h) =	0,52	h		5)	06-03-2012	07-03-2012	Int dias	1	Dias			
	0,30					6)	26-03-2012	18-04-2012	Int dias	23	Dias			

4) 0,83 T (h) = 3,82 h  
1,86

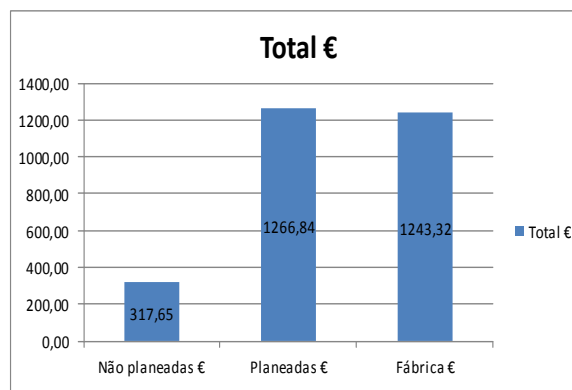
5) 1,13 T (h) = 1,13 h

6) 0,84 T (h) = 0,84 h

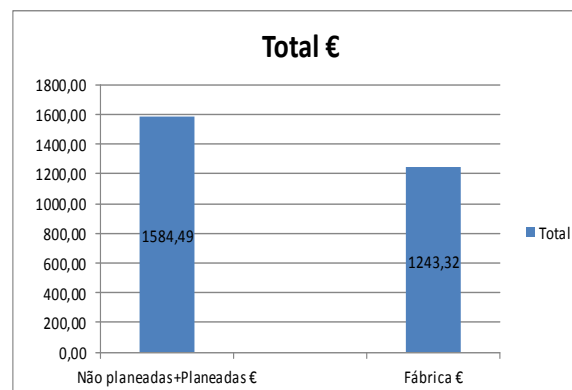
	Não planeadas €	Planeadas €	Fábrica €
519		71,06	
600			292,99
691		143,79	
878	152,20		
1030		797,36	
1200			950,33
1217		254,63	
1387	165,45		
Total	317,65	1266,84	1243,32



	Não planeadas €	Planeadas €	Fábrica €
Total €	317,65	1266,84	1243,32



	Não planeadas+Planeadas €	Fábrica €
Total €	1584,49	1243,32



	Não Planeadas		Planeadas	
	Horas	Dias	Horas	Dias
1			1	7
2			0,98	5
3	0,52	5		
4			2,69	8
5			1,13	1
6	0,84	23		

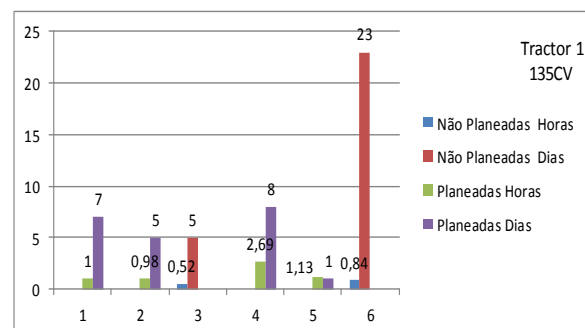


Tabela 5.2 – Quadros resumo com valores dos principais indicadores de fiabilidade, Tractor 1

Dos quadros anteriores pode concluir-se que (Tractor 1):

- 1) As intervenções não-planeadas foram somente duas, com um intervalo de dois anos; já os períodos de tempo em que se manteve inoperacional *devem ser encurtados*, pois no primeiro esteve cinco dias e no segundo vinte e três dias para ser reparado, o que significa que há uma clara descoordenação entre a produção e a manutenção.
- 2) Os períodos de manutenção preconizados pelo fabricante são de 600h, o que não foi respeitado, tendo sido sempre as intervenções planeadas realizadas em períodos de tempo inferiores, o que representa um desperdício financeiro.
- 3) Os tempos em que o tractor esteve inoperacional para que fossem realizadas as diferentes intervenções planeadas foram muito extensos. Na primeira sete dias, no segundo cinco, depois oito e, por último, um dia.
- 4) Os tempos de execução das manutenções planeadas + não planeadas são pequenos, o que é positivo.
- 5) Os valores despendidos não são substancialmente diferentes dos estimados pelo fabricante.
- 6) Este tractor fez menos horas de serviço entre manutenções, no entanto os custos das mesmas não diferem substancialmente daqueles que o fabricante *New Holland* preconiza.

## (2) Tractor (125CV)

## Manutenção Não Planeda

**MTBF** (Tempo Médio entre Avarias/ Não Planeads)

1)	1722	3)	2421	699	h	18-03-2009	22-09-2010	Int dias	553	Dias	<b>MTBF</b>	370,00	h
3)	2421	4)	2462	41	h	09-10-2010	01-03-2011	Int dias	143	Dias			

**MTTR** (Tempo Médio de Reparação num dado Período)

1 → 1h

1)	1,07	T (h) = 1,07	1)	18-03-2008	18-03-2008	Int dias	0	Dias	<b>MTTR</b>	1,86	h
3)	0,54	T (h) = 1,62	3)	22-09-2010	09-10-2010	Int dias	17	Dias			
	1,08		4)	01-03-2011	15-03-2011	Int dias	14	Dias			
4)	2,04	T (h) = 2,89									
	0,18										
	0,15										
	0,52										

## Manutenção Planeda

**MTBM** (Tempo Médio entre Manutenções)

2)	2390	5)	2700	310	h	30-07-2010	22-09-2011	Int dias	419	Dias	<b>MTBM</b>	310,00	h
----	------	----	------	-----	---	------------	------------	----------	-----	------	-------------	--------	---

**MTTM** (Tempo Médio para a Manutenção)

2)	0,27	T (h) = 1,17										
	0,9											
5)	0,78	T (h) = 0,78	2)	22-07-2010	30-07-2010	Int dias	8	Dias	<b>MTTM</b>	0,98	h	
			5)	22-09-2011	23-09-2011	Int dias	1	Dias				

## Planedas e Não Planeadas

**MTBI** (Tempo Médio de funcionamento entre intervenções)

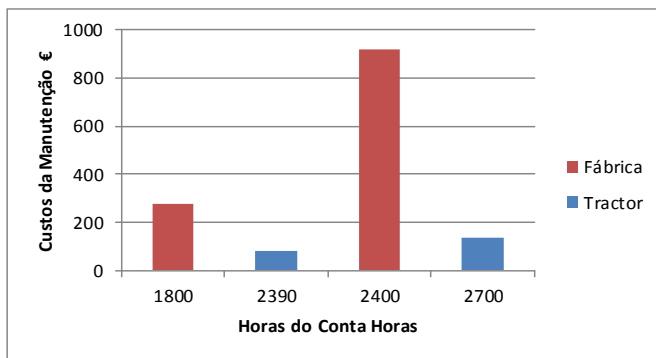
1)	1722	2)	2390	668	h	18-03-2009	22-07-2010	Int dias	491	Dias	<b>MTBI</b>	244,50	h
2)	2390	3)	2421	31	h	30-07-2010	22-09-2010	Int dias	54	Dias			
3)	2421	4)	2462	41	h	09-10-2010	01-03-2011	Int dias	143	Dias			
4)	2462	5)	2700	238	h	15-03-2011	22-09-2011	Int dias	191	Dias			

**MMIT** Mean Maintenance Intervention Time

1)	1,07	T (h) = 1,07	h	1)	18-03-2009	18-03-2009	Int dias	0	Dias	<b>MMIT</b>	1,51	h
2)	0,27	T (h) = 1,17	h	2)	22-07-2010	30-07-2010	Int dias	8	Dias			
	0,90			3)	22-09-2010	09-10-2010	Int dias	17	Dias			
3)	0,54	T (h) = 1,62	h	4)	01-03-2011	15-03-2011	Int dias	14	Dias			
	1,08			5)	22-09-2011	23-09-2011	Int dias	1	Dias			
4)	2,04	T (h) = 2,89	h									
	0,18											
	0,15											
	0,52											
5)	0,78	T (h) = 0,78	h									

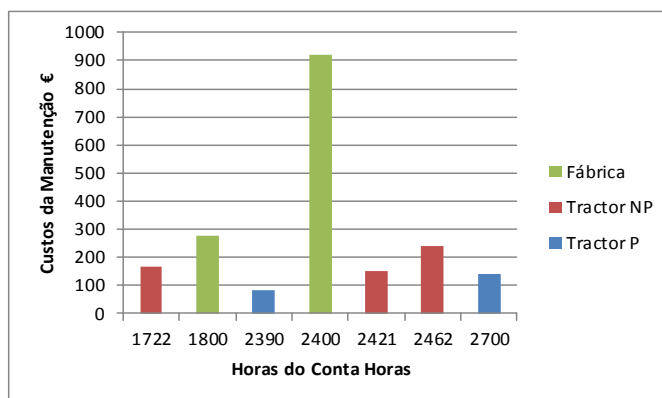
Manutenção Planeda €

Horas	Tractor	Fábrica
1800		278,69
2390	82,2	
2400		922,23
2700	139,05	



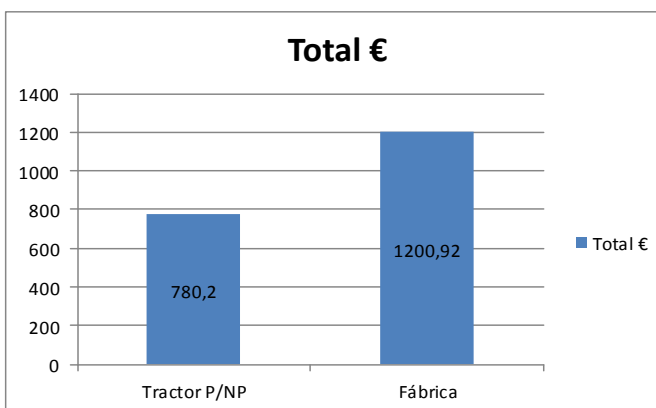
Manutenção Planeada/Não Planeada €

Horas	Tractor P	Tractor NP	Fábrica
1722			168,8
1800			278,69
2390	82,2		
2400			922,23
2421		152,35	
2462		237,8	
2700	139,05		



Total €

Horas	Tractor P/NP	Fábrica
Total €	780,2	1200,92



	Não Planeadas		Planeadas	
	Horas	Dias	Horas	Dias
1	1,07	0		
2			1,17	8
3	1,62	17		
4	2,89	14		
5			0,78	1

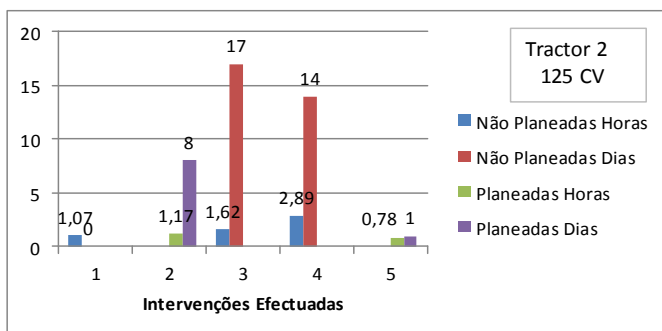


Tabela 5.3 – Quadros resumo com valores dos principais indicadores de fiabilidade, Tractor 2

Dos quadros anteriores pode concluir-se que (Tractor 2):

- 1) O intervalo de tempo *entre manutenções não planeadas* é longo, o que é positivo.
- 2) O intervalo de tempo em que o tractor esteve inoperacional, nas manutenções não planeadas é extenso, o que deverá ser encurtado; no entanto, as intervenções propriamente ditas são realizadas em curtos períodos de tempo, o que é positivo.
- 3) O intervalo de tempo entre *manutenções planeadas* não respeitou as 600h, sendo o intervalo de tempo a que aquelas foram realizadas inferior aquele valor.
- 4) No intervalo de tempo em que foram realizadas a totalidade das manutenções neste tractor, o somatório do valor despendido das manutenções planeadas + não planeadas é inferior ao valor estimado pelo fabricante para o mesmo intervalo de tempo, o que não deixa de ser um aspecto a ter em consideração.

## 3 Tractor (115CV)

## Manutenção Não Planeda

## MTBF (Tempo Médio entre Avarias/ Não Planeads)

1)	2212	2)	2335	123	h	22-12-2008	25-03-2009	Int dias	93	Dias			
2)	2335	3)	2341	6	h	25-03-2009	31-03-2009	Int dias	6	Dias			
3)	2341	4)	2465	124	h	03-04-2009	06-07-2009	Int dias	94	Dias	MTBF	113,75	h
4)	2465	5)	2475	10	h	24-07-2009	04-08-2009	Int dias	11	Dias			
5)	2475	6)	2479	4	h	18-08-2009	10-09-2009	Int dias	23	Dias			
6)	2479	7)	2594	115	h	03-10-2009	19-07-2010	Int dias	289	Dias			
7)	2594	8)	3101	507	h	30-07-2010	23-07-2012	Int dias	724	Dias			
8)	3101	9)	3122	21	h	25-08-2012	07-09-2012	Int dias	13	Dias			

## MTTR (Tempo Médio de Reparação num dado Período)

1 → 1h

1)	13,78					1)	16-12-2008	22-12-2008	Int dias	6	Dias			
2)	1,27					2)	25-03-2009	25-03-2009	Int dias	0	Dias			
3)	0,25	T (h) = 43,64				3)	31-03-2009	03-04-2009	Int dias	3	Dias	MTTR	4,85	h
4)	6,39					4)	06-07-2009	24-07-2009	Int dias	18	Dias			
5)	2,13					5)	04-08-2009	18-08-2009	Int dias	14	Dias			
6)	11,26					6)	10-09-2009	03-10-2009	Int dias	23	Dias			
7)	3,41					7)	19-07-2010	30-07-2010	Int dias	11	Dias			
8)	4,43					8)	23-07-2012	25-08-2012	Int dias	33	Dias			
9)	0,72					9)	07-09-2012	12-09-2012	Int dias	5	Dias			

## Manutenção Planeda

## MTBM (Tempo Médio entre Manutenções)

1)	2212	2)	3101	889	h	22-12-2008	23-07-2012	Int dias	1309	Dias	MTBM	889,00	h
----	------	----	------	-----	---	------------	------------	----------	------	------	------	--------	---

## MTTM (Tempo Médio para a Manutenção)

1)	1	T (h) = 4				1)	16-12-2008	22-12-2008	Int dias	6	Dias	MTTM	2,00	h
8)	3					8)	23-07-2012	25-08-2012	Int dias	33	Dias			

## Planedas e Não Planeadas

## MTBI

1)	2212	2)	2335	123	h	22-12-2008	25-03-2009	Int dias	93	Dias	MTBI	113,75	h
2)	2335	3)	2341	6	h	25-03-2009	31-03-2009	Int dias	6	Dias			
3)	2341	4)	2465	124	h	03-04-2009	06-07-2009	Int dias	94	Dias			
4)	2465	5)	2475	10	h	24-07-2009	04-08-2009	Int dias	11	Dias			
5)	2475	6)	2479	4	h	18-08-2009	10-09-2009	Int dias	23	Dias			
6)	2479	7)	2594	115	h	03-10-2009	19-07-2010	Int dias	289	Dias			
7)	2594	8)	3101	507	h	30-07-2010	23-07-2012	Int dias	724	Dias			
8)	3101	9)	3122	21	h	25-08-2012	07-09-2012	Int dias	13	Dias			

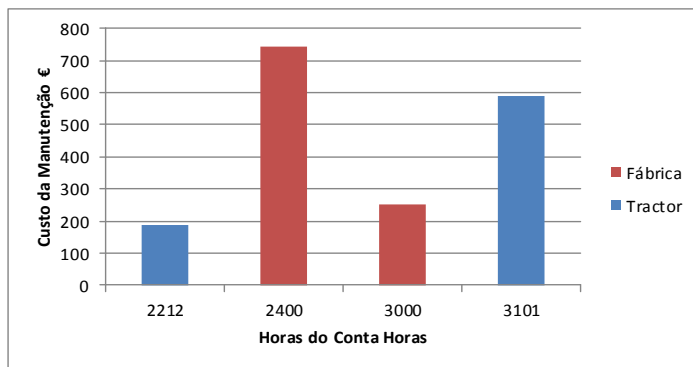
## MMIT

1)	14,78					1)	16-12-2008	22-12-2008	Int dias	6	Dias	MMIT	5,29	h
2)	1,27					2)	25-03-2009	25-03-2009	Int dias	0	Dias			
3)	0,25	T (h) = 47,64				3)	31-03-2009	03-04-2009	Int dias	3	Dias			
4)	6,39					4)	06-07-2009	24-07-2009	Int dias	18	Dias			
5)	2,13					5)	04-08-2009	18-08-2009	Int dias	14	Dias			
6)	11,26					6)	10-09-2009	03-10-2009	Int dias	23	Dias			
7)	3,41					7)	19-07-2010	30-07-2010	Int dias	11	Dias			
8)	7,43					8)	23-07-2012	25-08-2012	Int dias	33	Dias			
9)	0,72					9)	07-09-2012	12-09-2012	Int dias	5	Dias			



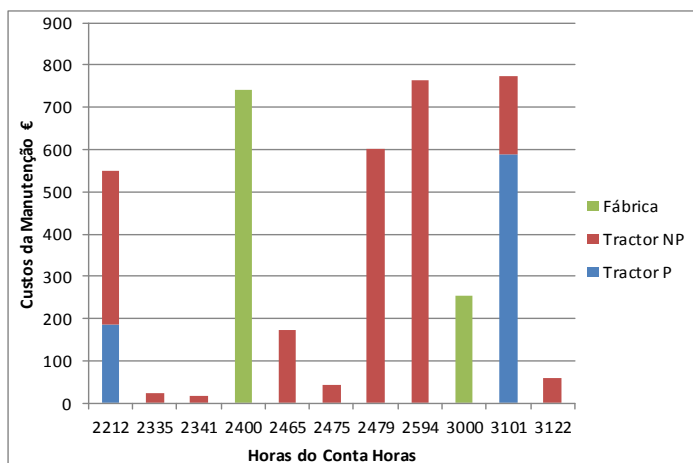
Manutenção Planeda €

Horas	Tractor	Fábrica
2212	185,83	
2400		742,2
3000		253,51
3101	589,10	

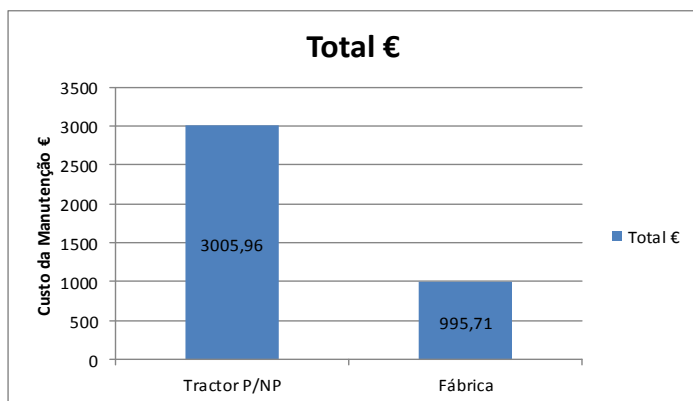


Manutenção Planeada/Não Planeada €

Horas	Tractor P	Tractor NF	Fábrica
2212	185,83	364,76	
2335		22,86	
2341		16	
2400			742,2
2465		173,8	
2475		42,6	
2479		603,13	
2594		764,1	
3000			253,51
3101	589,10	184,55	
3122		59,23	



Horas	Tractor P/NP	Fábrica
Total €	3005,96	995,71



	Não Planeadas		Planeadas	
	Horas	Dias	Horas	Dias
1	13,78	6	1	6
2	1,27	0		
3	0,25	3		
4	6,39	18		
5	2,13	14		
6	11,26	23		
7	3,41	11		
8	4,43	33	3	33
9	0,72	5		

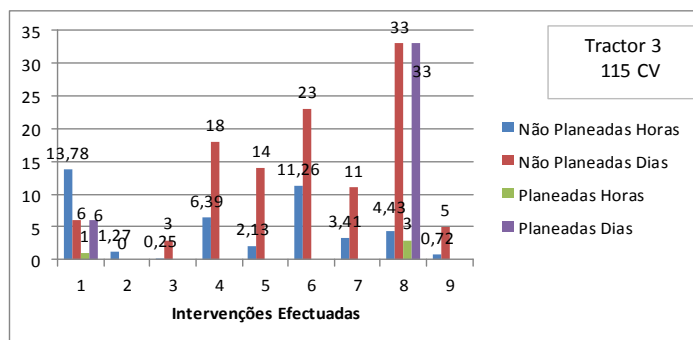


Tabela 5.4 – Quadros resumo com valores dos principais indicadores de fiabilidade, Tractor 3

Dos quadros anteriores pode concluir-se que (Tractor 3):

- 1) Verificam-se neste tractor muitas intervenções não planeadas, o que é um indicador negativo.
- 2) O tempo efectivamente despendido nas manutenções não planeadas para reparação do tractor é curto, mas apesar disso não deveriam acontecer.
- 3) Nas Manutenções Planeadas, o intervalo entre intervenções supera em muito o valor de referência (600h), quase 300h, o que é negativo na perspectiva da manutenção.
- 4) O tempo despendido na realização das intervenções planeadas é razoável.
- 5) A forma como foi realizada a manutenção neste tractor não foi a mais indicada e talvez por essa razão o valor despendido; somando as intervenções planeadas + não planeadas superam em muito o valor indicado pela *New Holland* para o mesmo intervalo de tempo.

## 4 Tractor (115CV)

## Manutenção Não Planeda

## MTBF (Tempo Médio entre Avarias/ Não Planeads)

1)	262	3)	634	372	h	20-03-2008	04-05-2009	Int dias	410	Dias	MTBF	239,25	h
3)	634	4)	871	237	h	24-07-2009	02-06-2010	Int dias	313	Dias			
4)	871	6)	1057	186	h	08-06-2010	12-04-2011	Int dias	308	Dias			
6)	1057	7)	1219	162	h	14-04-2011	02-01-2012	Int dias	263	Dias			

## MTTR (Tempo Médio de Reparação num dado Período)

1 → 1h

1)	2,35	T (h) =	12,53	1)	13-03-2008	20-03-2008	Int dias	7	Dias	MTTR	5,21	h
3)	10,18	T (h) =	10,18	3)	04-05-2009	24-07-2009	Int dias	81	Dias			
4)	1	T (h) =	1	4)	02-06-2010	08-06-2010	Int dias	6	Dias			
6)	1	T (h) =	1	6)	12-04-2011	14-04-2011	Int dias	2	Dias			
7)	1,32	T (h) =	1,32	7)	02-01-2012	03-01-2012	Int dias	1	Dias			

## Manutenção Planeda

## MTBM (Tempo Médio entre Manutenções)

1)	262	2)	469	207	h	20-03-2008	22-02-2009	Int dias	339	Dias	MTBM	327,33	h
2)	469	5)	1014	545	h	04-03-2009	15-03-2011	Int dias	741	Dias			
5)	1014	8)	1244	230	h	24-03-2011	05-03-2012	Int dias	347	Dias			

## MTTM (Tempo Médio para a Manutenção)

1)	1	T (h) =	1	1)	13-03-2008	20-03-2008	Int dias	7	Dias	MTTM	2,41	h
2)	0,82	T (h) =	0,82	2)	22-02-2009	04-03-2009	Int dias	10	Dias			
5)	2,2	T (h) =	5,97	5)	15-03-2011	24-03-2011	Int dias	9	Dias			
	1,24			8)	05-03-2012	06-03-2012	Int dias	1	Dias			
	2,53											
8)	0,66	T (h) =	1,84									
	0,89											
	0,29											

## Planedas e Não Planeadas

## MTBI (Tempo Médio de funcionamento entre intervenções)

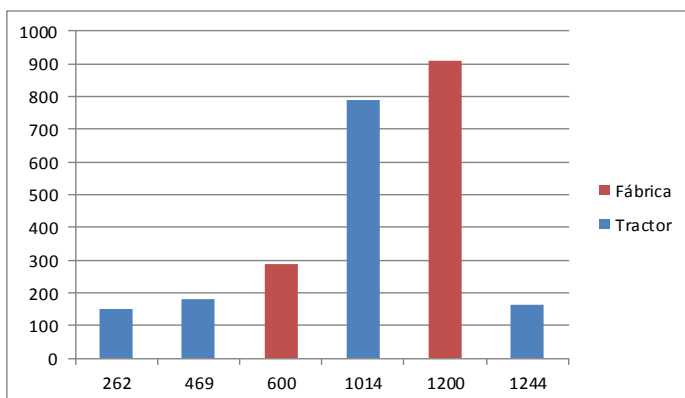
1)	262	2)	469	207	h	20-03-2008	22-02-2009	Int dias	339	Dias	MTBI	140,29	h
2)	469	3)	634	165	h	04-03-2009	04-05-2009	Int dias	61	Dias			
3)	634	4)	871	237	h	24-07-2009	02-06-2010	Int dias	313	Dias			
4)	871	5)	1014	143	h	08-06-2010	15-03-2011	Int dias	280	Dias			
5)	1014	6)	1057	43	h	24-03-2011	12-04-2011	Int dias	19	Dias			
6)	1057	7)	1219	162	h	14-04-2011	02-01-2012	Int dias	263	Dias			
7)	1219	8)	1244	25	h	03-01-2012	05-03-2012	Int dias	62	Dias			

## MMIT Mean Maintenance Intervention Time

1)	3,35	T (h) =	3,35	h	1)	13-03-2008	20-03-2008	Int dias	7	Dias	MMIT	3,47	h
2)	0,82	T (h) =	0,82	h	2)	22-02-2009	04-03-2009	Int dias	10	Dias			
3)	2,78	T (h) =	10,18	h	3)	04-05-2009	24-07-2009	Int dias	81	Dias			
	0,30				4)	02-06-2010	08-06-2010	Int dias	6	Dias			
	1,72				5)	15-03-2011	24-03-2011	Int dias	9	Dias			
	1,23				6)	12-04-2011	14-04-2011	Int dias	2	Dias			
	2,45				7)	02-01-2012	03-01-2012	Int dias	1	Dias			
	1,70				8)	05-03-2012	06-03-2012	Int dias	1	Dias			
4)	0,5	T (h) =	1	h									
	0,5												
5)	2,2	T (h) =	5,97	h									
	1,24												
	2,53												
6)	1	T (h) =	1	h									
7)	1,32	T (h) =	1,98	h									
8)	0,66	T (h) =	1,84	h									
	0,89												
	0,29												

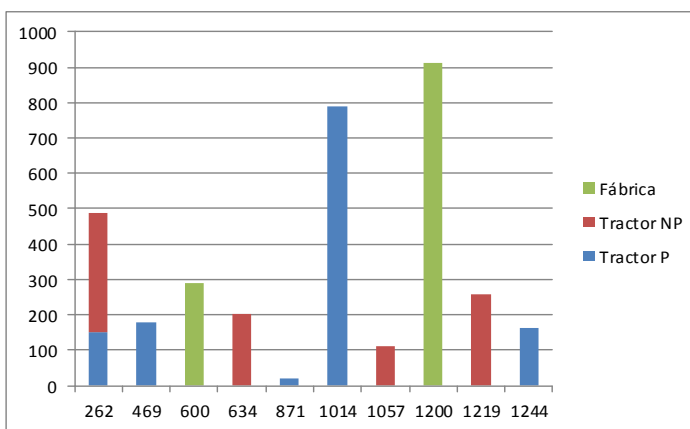
Manutenção Planeada €

Horas	Tractor	Fábrica
262	149,42	
469	179,65	
600		288,00
1014	788,02	
1200		910,04
1244	161,50	



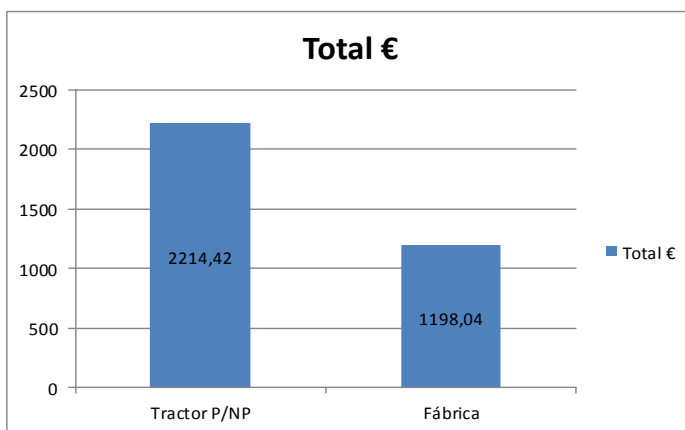
Manutenção Planeada/Não Planeada €

Horas	Tractor P	Tractor NP	Fábrica
262	149,42	340	
469	179,65		
600			288
634		203,6	
871	20,00		
1014	788,02		
1057		112,4	
1200			910,04
1219		259,83	
1244	161,50		



Horas

Total €	Tractor P/Fábrica
2214,42	1198,04



	Não planeadas		Planeadas	
	Horas	Dias	Horas	Dias
1	2,35	7	1	7
2			0,82	10
3	10,18	81		
4	1	6		
5			5,97	9
6	1	2		
7	1,32	1		
8			1,84	1

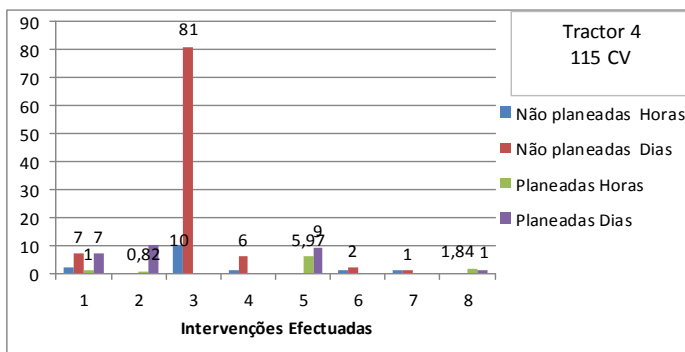


Tabela 5.5 – Quadros resumo com valores dos principais indicadores de fiabilidade, Tractor 4

Dos quadros anteriores pode concluir-se que (Tractor 4):

- 1) Aconteceram bastantes intervenções não planeadas, no entanto surgiram com amplos intervalos de tempo entre si.
- 2) Nas manutenções não planeadas os intervalos de tempo em que o tractor esteve inoperacional não são amplos.
- 3) O intervalo de tempo entre manutenções planeadas é muito inferior às 600h, cerca de 327.33h, o que é um desperdício.
- 4) Este tractor esteve sujeito a inúmeras intervenções planeadas + não planeadas, no intervalo de tempo em estudo.
- 5) O valor despendido, no somatório das manutenções planeadas + não planeadas foi o dobro do valor indicado pela *New Holland*, para o mesmo intervalo de tempo.

## 5 Tractor (100CV)

## Manutenção Não Planeda

**MTBF** (Tempo Médio entre Avarias/ Não Planeads)

1)	105	2)	248	143	h	28-11-2008	06-07-2009	Int dias	220	Dias	<b>MTBF</b>	122,50	h
2)	248	3)	395	147	h	09-07-2009	31-08-2010	Int dias	418	Dias			
3)	395	4)	477	82	h	03-09-2010	01-03-2011	Int dias	179	Dias			
4)	477	5)	646	169	h	28-04-2011	28-07-2011	Int dias	91	Dias			
5)	646	6)	684	38	h	02-08-2011	24-10-2011	Int dias	83	Dias			
6)	684	7)	840	156	h	29-12-2011	10-08-2012	Int dias	225	Dias			

**MTTR** (Tempo Médio de Reparação num dado Período)

1 → 1h

1)	1,5	T (h) = 27,83	1)	12-11-2008	28-11-2008	Int dias	16	Dias	<b>MTTR</b>	3,98	h
2)	1,77		2)	06-07-2009	09-07-2009	Int dias	3	Dias			
3)	4,07		3)	31-08-2010	03-09-2010	Int dias	3	Dias			
4)	0,76		4)	01-03-2011	28-04-2011	Int dias	58	Dias			
5)	0,56		5)	28-07-2011	02-08-2011	Int dias	5	Dias			
6)	15,7		6)	24-10-2011	29-12-2011	Int dias	66	Dias			
7)	3,47		7)	10-08-2012	25-08-2012	Int dias	15	Dias			

## Manutenção Planeda

**MTBM** (Tempo Médio entre Manutenções)

1)	105	6)	684	579	h	28-11-2008	24-10-2011	Int dias	1060	Dias	<b>MTBM</b>	579,00	h
----	-----	----	-----	-----	---	------------	------------	----------	------	------	-------------	--------	---

**MTTM** (Tempo Médio para a Manutenção)

1)	1,12	T (h) = 3,62	h	12-11-2008	28-11-2008	Int dias	16	Dias	<b>MTTM</b>	1,81	h
6)	2,5			24-10-2011	29-12-2011	Int dias	66	Dias			

## Planedas e Não Planeadas

**MTBI** (Tempo Médio de funcionamento entre intervenções)

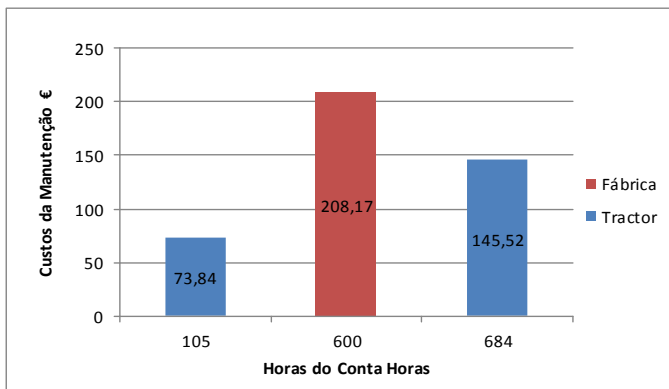
1)	105	2)	248	143	h	28-11-2008	06-07-2009	Int dias	220	Dias	<b>MTBI</b>	122,50	h
2)	248	3)	395	147	h	09-07-2009	31-08-2010	Int dias	418	Dias			
3)	395	4)	477	82	h	03-09-2010	01-03-2011	Int dias	179	Dias			
4)	477	5)	646	169	h	28-04-2011	28-07-2011	Int dias	91	Dias			
5)	646	6)	684	38	h	02-08-2011	24-10-2011	Int dias	83	Dias			
6)	684	7)	840	156	h	29-12-2011	10-08-2012	Int dias	225	Dias			

**MMIT** Mean Maintenance Intervention Time

1)	1,5	T (h) = 2,62	h	1)	12-11-2008	28-11-2008	Int dias	16	Dias	<b>MMIT</b>	4,50	h
	1,12			2)	06-07-2009	09-07-2009	Int dias	3	Dias			
				3)	31-08-2010	03-09-2010	Int dias	3	Dias			
2)	0,79	T (h) = 1,77	h	4)	01-03-2011	28-04-2011	Int dias	58	Dias			
	0,98			5)	28-07-2011	02-08-2011	Int dias	5	Dias			
				6)	24-10-2011	29-12-2011	Int dias	66	Dias			
				7)	10-08-2012	25-08-2012	Int dias	15	Dias			
3)	2,12	T (h) = 4,07	h									
	0,6											
	1,35											
4)	0,76	T (h) = 0,76	h									
5)	0,56	T (h) = 0,56	h									
6)	2,63	T (h) = 18,22	h									
	1,92											
	4,07											
	4,05											
	2,23											
	1,00											
	0,62											
	1,70											
7)	3,47	T (h) = 3,47	h									

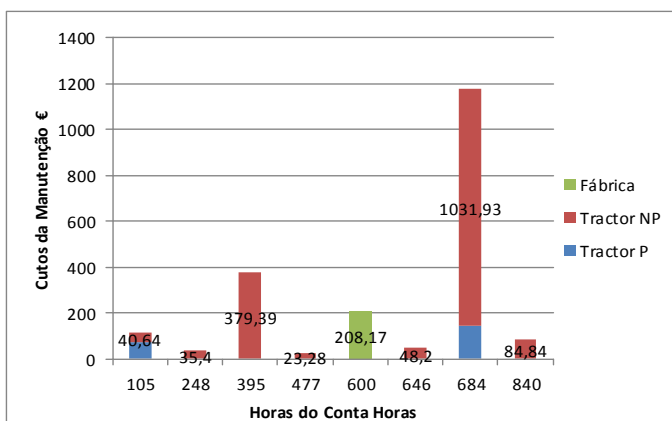
Manutenção Planeda €

Horas	Tractor	Fábrica
105	73,84	
600		208,17
684	145,52	



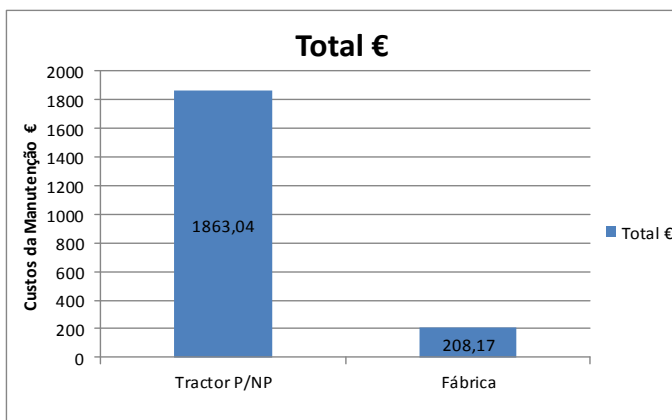
Manutenção Planeada/Não Planeada €

Horas	Tractor P	Tractor NF	Fábrica
105	73,84	40,64	
248		35,4	
395		379,39	
477		23,28	
600			208,17
646		48,2	
684	145,52	1031,93	
840		84,84	



Total €

Horas	Tractor P/ Fábrica
Total €	1863,04 208,17



	Não planeadas		Planeadas	
	Horas	Dias	Horas	Dias
1	1,5	16	1,12	16
2	1,77	3		
3	4,07	3		
4	0,76	58		
5	0,56	5		
6	15,7	66	2,5	66
7	3,47	15		

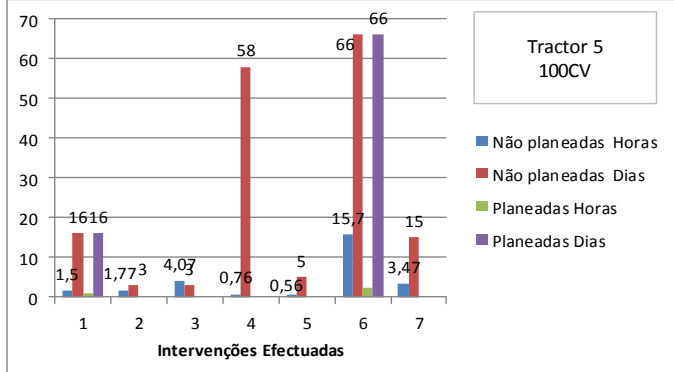


Tabela 5.6 – Quadros resumo com valores dos principais indicadores de fiabilidade, Tractor 5

Dos quadros anteriores pode concluir-se que (Tractor 5):

- 1) Foram inúmeras as intervenções não planeadas, o que é negativo; O ideal era que não tivesse sido necessário realizar nenhuma.
- 2) Os tempos de paragem relacionados com as intervenções não planeadas são extensas, o que é um indicador negativo para a manutenção.
- 3) Nas manutenções planeadas o MTBM tem um valor de 579h, o que é positivo pois o valor de referência é de 600h.
- 4) O período de paragem do tractor devido às intervenções planeadas, são muito longos, devendo ser corrigidos futuramente.
- 5) Em termos de custos o diferencial é enorme entre os custos das manutenções planeadas + não planeadas e o valor de referência indicado pelo fabricante para o mesmo período de tempo.



## 6 Tractor (100CV)

## Manutenção Não Planada

## MTBF (Tempo Médio entre Avarias/ Não Planeads)

2)	598	3)	872	274	h	02-03-2009	27-01-2010	Int dias	331	Dias	MTBF	241,67	h
3)	872	5)	1216	344	h	13-02-2010	24-02-2012	Int dias	741	Dias			
5)	1216	7)	1323	107	h	01-03-2012	11-04-2012	Int dias	41	Dias			

## MTTR (Tempo Médio de Reparação num dado Período)

1 → 1h

2)	3,36	T (h) = 3,36	2)	12-02-2009	02-03-2009	Int dias	18	Dias	MTTR	4,18	h
3)	2,8	T (h) = 5,37	3)	27-01-2010	13-02-2010	Int dias	17	Dias			
	2,57		5)	24-02-2012	01-03-2012	Int dias	6	Dias			
5)	1,35	T (h) = 1,35	7)	11-04-2012	19-04-2012	Int dias	8	Dias			
7)	3,81	T (h) = 6,62									
	1,4										
	1,41										

## Manutenção Planada

## MTBM (Tempo Médio entre Manutenções)

1)	330	2)	598	268	h	06-03-2008	12-02-2009	Int dias	343	Dias	MTBM	303,00	h
2)	598	4)	969	371	h	12-02-2009	01-03-2011	Int dias	747	Dias			
4)	969	6)	1239	270	h	01-03-2011	08-03-2012	Int dias	373	Dias			

## MTTM (Tempo Médio para a Manutenção)

1)	1,5	T (h) = 2,6	1)	26-02-2008	06-03-2008	Int dias	9	Dias	MTTM	2,38	h
	1,1		2)	12-02-2009	02-03-2009	Int dias	18	Dias			
2)	1	T (h) = 1	4)	01-03-2011	12-03-2011	Int dias	11	Dias			
			6)	08-03-2012	08-03-2012	Int dias	0	Dias			
4)	3	T (h) = 3									
6)	1,55	T (h) = 1,55									

## Planadas e Não Planeadas

## MTBI (Tempo Médio de funcionamento entre intervenções)

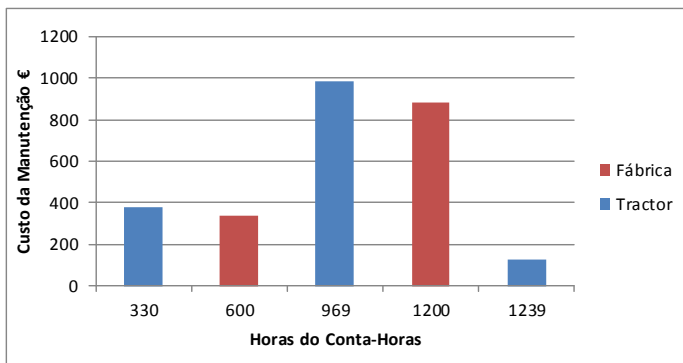
1)	330	2)	598	268	h	06-03-2008	12-02-2009	Int dias	343	Dias	MTBI	165,5	h
2)	598	3)	872	274	h	02-03-2009	27-01-2010	Int dias	331	Dias			
3)	872	4)	969	97	h	13-02-2010	01-03-2011	Int dias	381	Dias			
4)	969	5)	1216	247	h	12-03-2011	24-02-2012	Int dias	349	Dias			
5)	1216	6)	1239	23	h	01-03-2012	08-03-2012	Int dias	7	Dias			
6)	1239	7)	1323	84	h	08-03-2012	11-04-2012	Int dias	34	Dias			

## MMIT Mean Maintenance Intervention Time

1)	1,5	T (h) = 2,6	h	1)	26-02-2008	06-03-2008	Int dias	9	Dias	MMIT	3,55	h
	1,1			2)	12-02-2009	02-03-2009	Int dias	18	Dias			
2)	0,6	T (h) = 4,36	h	3)	27-01-2010	13-02-2010	Int dias	17	Dias			
	0,83			4)	01-03-2011	12-03-2011	Int dias	11	Dias			
	1,93			5)	24-02-2012	01-03-2012	Int dias	6	Dias			
	1			6)	08-03-2012	08-03-2012	Int dias	0	Dias			
3)	2,8	T (h) = 5,37	h	7)	11-04-2012	19-04-2012	Int dias	8	Dias			
	2,57											
4)	3	T (h) = 3	h									
5)	1,35	T (h) = 1,35	h									
6)	1,55	T (h) = 1,55	h									
7)	3,81	T (h) = 6,62	h									
	1,40											
	1,41											

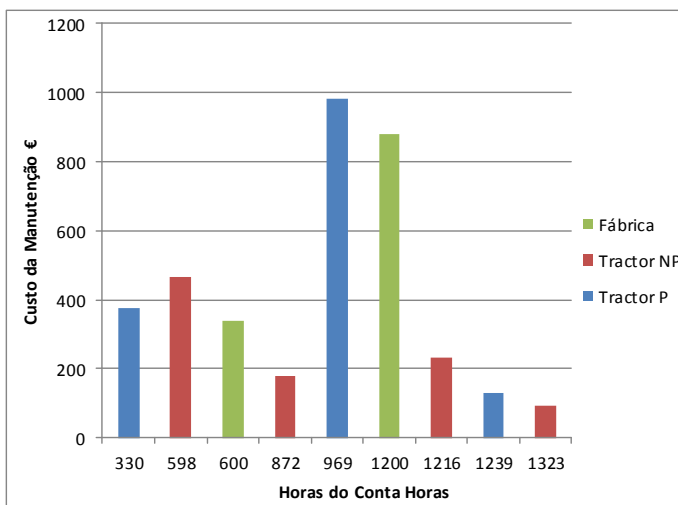
Manutenção Planeda €

Horas	Tractor	Fábrica
330	375,65	
600		336,95
969	984,04	
1200		880,58
1239	127,62	

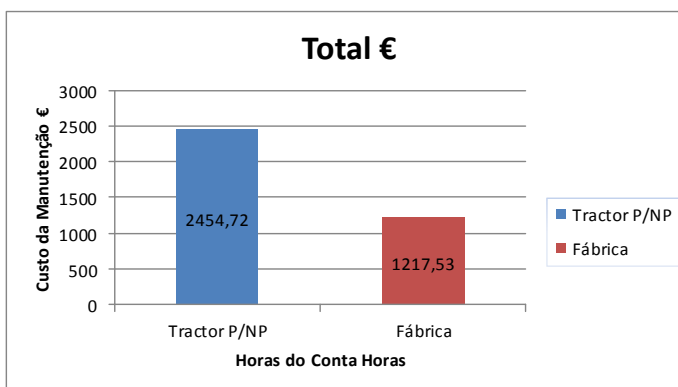


Manutenção Planeada/Não Planeada €

Horas	Tractor P	Tractor N	Fábrica
330	375,65		
598		467,54	
600			336,95
872		177,25	
969	984,04		
1200			880,58
1216		232,00	
1239	127,62		
1323		90,62	



Horas	Tractor P/NF	Fábrica
Total €	2454,72	1217,53



	Não planeadas		Planeadas	
	Horas	Dias	Horas	Dias
1			2,6	9
2	3,36	18	1	18
3	2,8	17		
4			3	11
5	1,35	6		
6			1,55	0
7	6,62	8		

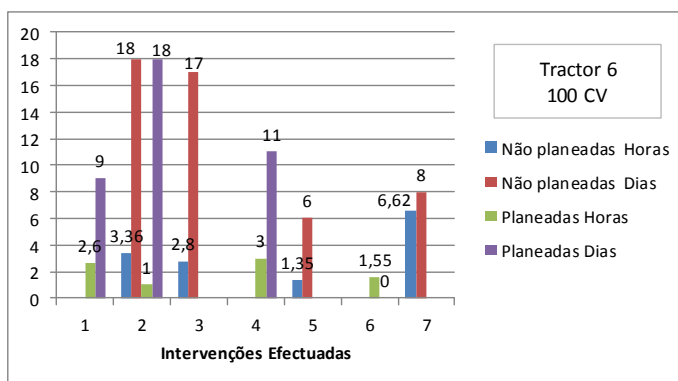


Tabela 5.7 – Quadros resumo com valores dos principais indicadores de fiabilidade, Tractor 6

Dos quadros anteriores pode concluir-se que (Tractor 6):

- 1) Este tractor esteve sujeito a quatro manutenções não planeadas, tendo o espaço de tempo *entre* aquelas sido amplo o que é um indicador positivo.
- 2) Os intervalos de paragem, derivados das manutenções não planeadas são enormes, o que é um indicador negativo.
- 3) Nas manutenções planeadas, as horas a que foram efectuadas não respeitaram os valores de referência.
- 4) O valor despendido nas diferentes manutenções supera largamente o valor indicado pelo fabricante para igual período de tempo.

## Capítulo 6 – Conclusões e trabalhos futuros

---

O presente projecto de mestrado permitiu demonstrar a pertinência da análise estatística na manutenção de tractores agrícolas.

Ficou patente quer a importância dos dados de manutenção quer a dificuldade na sua obtenção, o que limitou em muito uma análise estatística mais aprofundada, designadamente no que concerne aos testes de hipóteses unilaterais.

Foram analisados os dados de seis tractores, tendo-se verificado o seguinte: em relação às horas a que foram feitas as manutenções, somente às 1800h não se verificou a hipótese nula, o que significa que a terceira intervenção de manutenção, que se deveria ter verificado próximo daquele valor, não aconteceu. Por consequência, pode concluir-se que os proprietários seguem parcialmente as recomendações do fabricante.

Relativamente aos custos das intervenções planeadas às 1200h, comparando os custos realizados com os valores previstos pelo fabricante, verifica-se um desvio, por esta razão rejeitou-se a hipótese nula.

Na análise de cada tractor individualmente, concluiu-se que se realizou um número substancial de manutenções não planeadas; por consequência, é de recomendar aos proprietários que devem reduzir ao mínimo o número deste tipo de intervenções. Verifica-se que os tempos de imobilização para que se processem as diferentes intervenções são muito longos, pelo que se recomenda a redução do número de dias em que o tractor fica inoperacional, à espera de ser intervencionado; contudo, as intervenções processam-se dentro dos parâmetros aceites normais previstos pelo fabricante. Verifica-se ainda um diferencial entre os valores efectivamente despendidos em oficina e os indicados por fábrica, o que se deve ao facto de que, nas intervenções planeadas, são efectuados trabalhos para além dos previstos pelo fabricante.

Face ao exposto, importa aprofundar o estudo deste tipo de equipamentos, através de um histórico mais exaustivo que permita efectuar análises mais seguras conducentes ao estudo de outras hipóteses, designadamente através de testes unilaterais, conducentes a avaliar o eventual alargamento ou encurtamento dos intervalos de manutenção.

Em trabalhos futuros importa ainda analisar a introdução de políticas de manutenção condicionada preditiva, de introdução de dispositivos de medição *on-line* de variáveis de condição e de políticas de manutenção visando uma perspectiva ambiental.

## APNDICE A - Manutenção de Tractores Agrícolas

### A.1 Manutenção e utilização do motor

“A manutenção dos tractores agrícolas pode ser considerada um conjunto de procedimentos que visa manter o equipamento nas melhores condições de funcionamento, propiciando o aumento da vida útil, evitando danos prematuros, eliminando os já observados e concorrendo para maior segurança no trabalho”, (Jaboticabal, 2005).

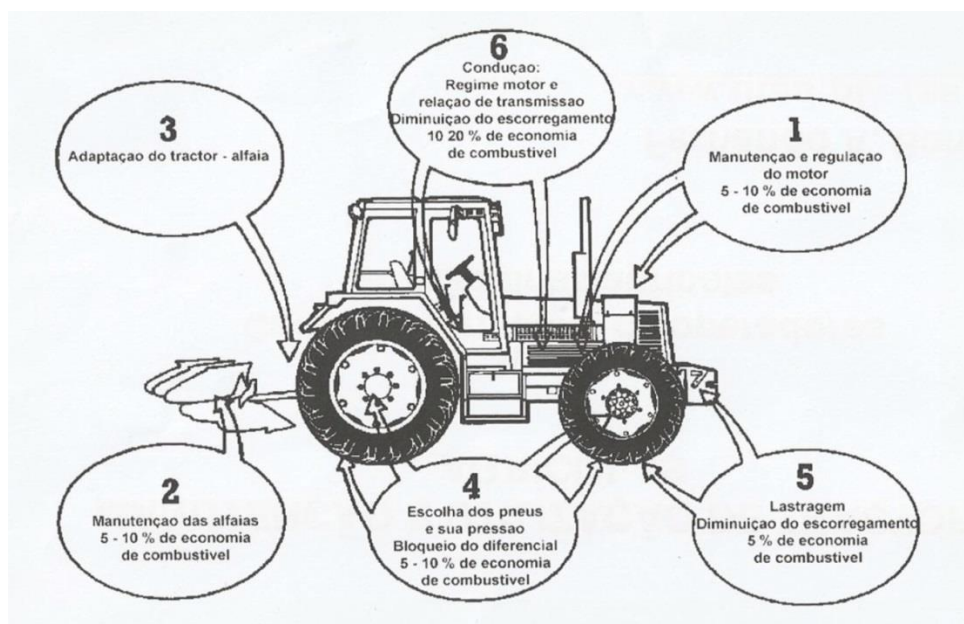


Fig. A.1 Os combustíveis representam o principal custo na utilização dos tractores

#### A.1.1 Sistema de alimentação de ar

Na aspiração do ar pelo motor de um tractor, se houver algum impedimento que faça com que este processo decorra normalmente, origina um aumento no consumo de gasóleo. De acordo com testes efectuados verifica-se o seguinte (Santos, 2012):

- 10% de ar aspirado conduz a um aumento do consumo de 7% de gasóleo;
- 20% de ar aspirado conduz a um aumento do consumo de 22% de gasóleo.

O sistema que limpa de ar num tractor normalmente é constituído por:

- Pré-filtro;
- Filtro.

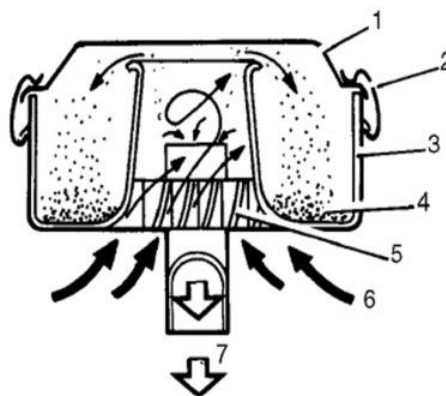


Fig. A.2 Representação de um pré-filtro centrífugo

Na figura A.2 pode observar-se a constituição de um pré-filtro, que possui os seguintes elementos:

- 1- Tampa do Pré-filtro;
- 2- Grampos;
- 3- Taça;
- 4- Poeiras;
- 5- Palhetas;
- 6- Entrada de ar;
- 7- Saída de ar para o filtro propriamente dito.

Os pré-filtros têm palhetas em volta do tubo de aspiração, que originam que o ar que é aspirado descreva uma trajectória circular, sendo assim centrifugado, o que leva à deposição das partículas de maior dimensão. A eficácia do pré-filtro depende da velocidade do ar, ou seja, do débito aspirado.

Os cuidados a ter com os pré-filtros são os seguintes:

- Observação e, no caso de se verificar ser necessário fazer a limpeza do “copo” do pré-filtro, e no caso da não existência deste, efectuar a limpeza do “chapéu exterior” de entrada.

Os pré-filtros mais recentes encontram-se ligados por uma conduta ao colector de escape o que faz com que as poeiras sejam aspiradas e expulsas com os gases de escape. É preciso ter em consideração que não se deve soprar nos tubos do pré-filtro, sem os filtros principais estarem montados, pois as poeiras podem ir directamente para os cilindros.

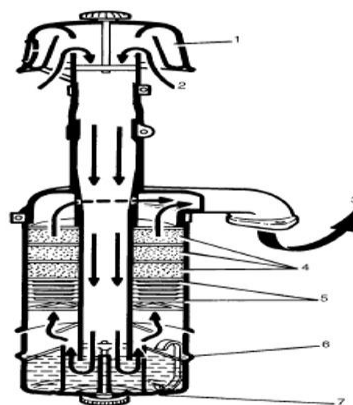


Fig. A.3 Filtro de ar em banho de óleo de um tractor

Na figura A.3 pode observar-se a constituição de um filtro de ar em banho de óleo, que possui os seguintes elementos:

- 1- Pré-filtro;
- 2- Entrada de ar;
- 3- Saída do ar filtrado;
- 4- Elementos filtrantes;
- 5- Membrana filtrante;
- 6- Marca do nível do óleo;
- 7- Depósito das impurezas que vão ficando retidas no óleo.

A utilização dos filtros de ar em banho de óleo possui o seguinte perfil:

- Utilizam-se essencialmente em tratores de média potência;
- São tanto mais eficazes quanto maior for a velocidade do ar na conduta de aspiração, pelo que são mais utilizados em motores que trabalham a regimes constantes;
- Em baixos regimes o seu rendimento é baixo.

A sua constituição e funcionamento possuem as seguintes características:

- São precedidos por um pré-filtro, de que se já se falou atrás, mais um tubo de aspiração que liga estes dois elementos. O ar depois de passar pelo pré-filtro e pelo tubo vai para uma taça com óleo onde as impurezas se precipitam.
- Depois de o ar ter sido limpo de poeiras de maior dimensão no pré-filtro e na taça de óleo, o ar é conduzido através de uma rede para filtragem, que está colocada em torno do tubo de aspiração, que retém as partículas ainda existentes no ar que não ficaram retidas no pré-filtro; depois de passarem pelo filtro, vão para o colector de admissão.

As principais vantagens dos filtros de ar em banho de óleo são as seguintes:

- Fácil manutenção;
- Duração praticamente ilimitada;
- Provocarem baixas perdas de carga - cerca de  $15\text{g}/\text{cm}^2$ .

Os principais inconvenientes destes filtros são os seguintes:

- Baixo nível de filtração;
- Impossibilidade de serem utilizados em motores sobrealimentados pois o óleo pode ser aspirado;
- Têm que ser montados na vertical;
- O tractor não pode ser utilizado em terrenos com inclinação, pois o óleo pode ser aspirado e queimado sem controlo, devido ao facto de que nos motores de ciclo Diesel a regulação não é feita ao nível de admissão de ar mas sim do combustível.

Os cuidados a ter com a manutenção destes filtros são os seguintes:

- Limpeza da tina de óleo situada na base do filtro, de acordo com a utilização que se dá ao tractor, colocando-se óleo novo até ao nível indicado;
- Limpeza da rede metálica filtrante.

Outro tipo de filtro é o de papel, que é o mais utilizado nos motores de ciclo Diesel, pois consegue ser eficaz mesmo em atmosferas carregadas de poeiras e em qualquer regime do motor.

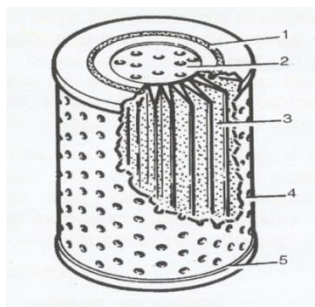


Fig. A.4 Filtro de papel

Um filtro de papel é constituído por uma caixa cilíndrica fabricada em chapa de aço, com um elemento de filtro de papel constituído por duas armaduras metálicas perfuradas, entre as quais se encontra o elemento filtrante; nos extremos tem duas chapas circulares, tendo uma delas um orifício circular para deixar passar o ar. Os seus elementos são os seguintes:

1. Junta de vedação;



2. Armadura interior;
3. Elemento de filtro de papel;
4. Armadura exterior;
5. Tampa.

O papel filtrante é constituído por um conjunto de fibras de celulose com 4 a 10  $\mu\text{m}$  de diâmetro. A colocação do papel no interior do filtro é em forma de harmónio, para *permitir aumentar a área de contacto* com o ar.

A espessura do papel varia entre 200  $\mu\text{m}$  e 1 mm, conforme o feito que se pretenda - se uma menor perda de carga ou uma maior resistência - sendo reforçada através da impregnação do papel em resina. A entrada de ar faz-se através da sua periferia e saindo pela parte central do filtro

As vantagens do filtro de ar de cartucho são as seguintes:

- São mais eficazes do que os de em banho de óleo, pois a sua eficácia é superior a 99.5 %, sendo para partículas de 2  $\mu\text{m}$  de uma eficácia de 99 %;
- A sua eficácia não está dependente do regime do motor.

Os cuidados de manutenção a ter para com estes filtros são os seguintes:

- Limpeza através de uma pistola de ar comprimido, com intensidade moderada, no sentido de dentro para fora, isto é, contrário ao sentido do deslocamento do ar aspirado;
- Substituí-lo quando, mesmo depois de limpo, como descrito atrás, não ficar em condições normais de funcionamento.

## A.2 Sistema de distribuição nos motores a quatro tempos

### A.2.1 Sistema de distribuição com válvulas à cabeça

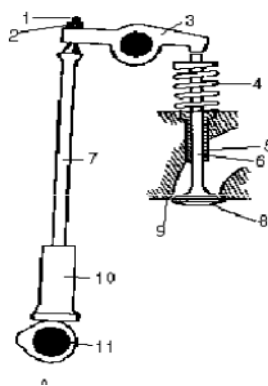


Fig. A.5 Sistema de distribuição

Um sistema de distribuição é constituído pelos seguintes componentes (fig. A.5):

- 1- Parafuso de afinação da folga da válvula;
- 2- Porca de fixação do parafuso de afinação;
- 3- Martelo / balanceiro;
- 4- Mola da válvula;
- 5- Guia da válvula;
- 6- Válvula;
- 7- Vareta;
- 8- Cabeça válvula;
- 9- Sede da válvula;
- 10- Taco;
- 11- Came / veio da árvore de cames.

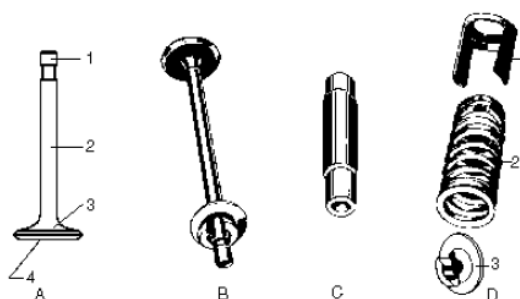


Fig. A.6 Representação de uma válvula e as diferentes peças de fixação

A. 1- Pé 2- Haste 3- Cabeça 4- Chanfro (vedação)

B. Válvula com o respectivo prato

C. Guia da válvula (onde desliza a válvula / haste)

D. 1- Guia 2- Mola 3- Anilha cônica

#### *Motores com válvulas à cabeça:*

O movimento da cambota, também conhecido por veio de manivelas, vai accionar a árvore de cames através de engrenagens, correntes de elos ou, mais modernamente, por correia de borracha dentada, que por sua vez actua directa ou indirectamente nos balanceiros, que rodam em torno do seu eixo, abrindo as válvulas.

Quando actua indirectamente a came da árvore de cames empurra o taco e este, por sua vez, a vareta que pressiona uma das extremidades do balanceiro.

#### *Motores com válvulas laterias:*

Nos motores de ciclo *Otto* de pequena e média potência, a árvore de cames é colocada no bloco do motor, imediatamente por baixo das válvulas que estão viradas para baixo, sendo o seu accionamento directo nas válvulas, não existindo balanceiros.

Esta solução tem vindo a ser abandonada pois vai complicar a configuração da câmara de combustão.

- Folga das válvulas

Estando as válvulas sujeitas a importantes variações de temperaturas, principalmente as de escape, é essencial que exista uma folga entre o pé da válvula e a came que a acciona, pois, se não existir essa folga, a sua dilatação originada pelo aquecimento leva a que a válvula não se feche totalmente.

Uma *folga excessiva* implica também um mau funcionamento do motor, pois conduz a um atraso na abertura e a uma antecipação no fecho.

As folgas a dar são fornecidas pelos construtores, pois de acordo com os materiais aplicados, o efeito da dilatação é variável, sendo maior a folga nas válvulas de escape do que nas válvulas de admissão.

Os construtores, no manual técnico do motor, costumam indicar, entre outras coisas, o valor a dar de folga nas válvulas assim como se esta operação de afinação é feita a quente (temperatura normal de funcionamento do motor) ou a frio (temperatura ambiente).

- Afinação da folga das válvulas

A primeira coisa a fazer é retirar a tampa das válvulas, utilizando uma ferramenta designada por *apalpa folgas* e referenciando quais as válvulas de escape e admissão.

É necessário conhecer a ordem de inflamação. A título de exemplo, num motor de quatro cilindros o mais comum é o 1-3-4-2; no entanto, também existem outras sequências.

Roda-se o motor de modo que a cambota deixe o êmbolo respectivo no ponto morto superior, no fim da compressão. As válvulas desse cilindro estão bem fechadas e prontas a serem afinadas.

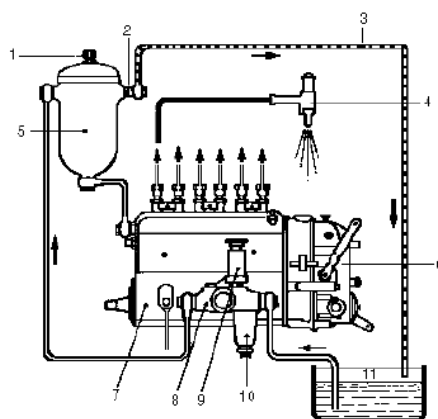
A identificação da ordem de inflamação deve ser feita observando a sequência do contrabalanço das válvulas de cada cilindro. O contrabalanço, ou seja, o movimento simultâneo das duas válvulas de um cilindro, consegue-se quando se tem o avanço da válvula de admissão e atraso no fecho da válvula de escape.



*Fig. A.7 Afinação das válvulas*

### A.3 Sistemas de Injecção

O circuito de alimentação nos motores Diesel deve permitir a injeção da quantidade correcta de combustível (determinada pelo fabricante, e que se encontra nos manuais técnicos) de combustível, com uma dada pressão e no momento preciso.



*Fig. A.8 Circuito de alimentação de um motor Diesel de quatro cilindros*

A figura A.8 ilustra Circuito de alimentação de um motor Diesel de quatro cilindros, que é composto pelos seguintes componentes:

- 1- Parafuso de purga;
- 2- Válvula de descarga;
- 3- Circuito de retorno;
- 4- Porta injector e injector;
- 5- Filtro;
- 6- Regulador;
- 7- Bomba injectora;
- 8- Bomba de alimentação;
- 9- Bomba manual;
- 10- Pré-filtro;
- 11- Depósito de combustível.

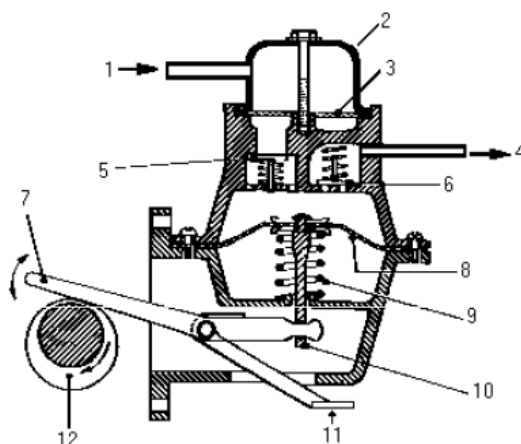


Fig. A.9 Bomba de alimentação de membrana

O esquema da Fig. A.9 ilustra uma bomba de alimentação de membrana, que é constituída pelos seguintes componentes:

- 1- Entrada de combustível;
- 2- Tampa;
- 3- Filtro;
- 4- Saída de combustível;
- 5- Válvula de aspiração;
- 6- Válvula de refluxo;
- 7- Alavanca de accionamento;
- 8- Membrana;
- 9- Mola;
- 10- Veio de comando;
- 11- Alavanca de comando manual;
- 12- Excêntrico .
- 13-

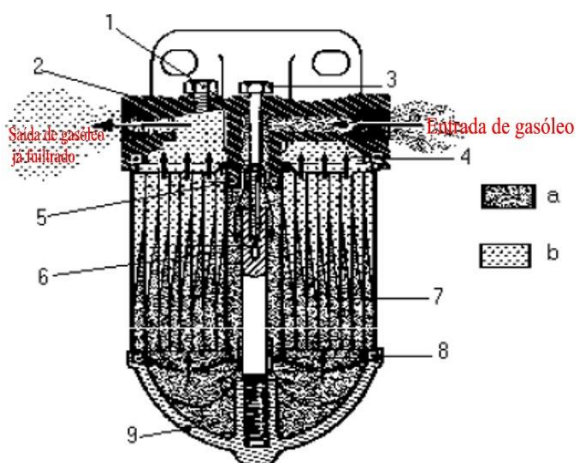
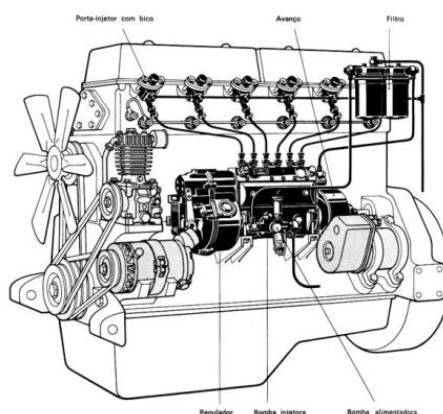


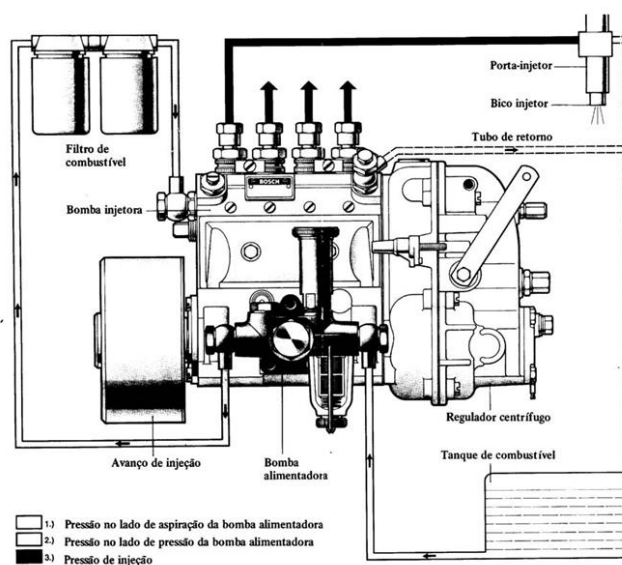
Fig. A.10 Representação de um filtro simples

O esquema da Fig. A.10 representa um filtro simples que é constituído pelos seguintes componentes:

- 1- Parafuso para purgar;
- 2- Tampa do filtro;
- 3- Parafuso de ligação;
- 4- Orringe de vedação exterior;
- 5- Orringe de vedação central;
- 6- Porca central;
- 7- Cartucho;
- 8- Junta de estanquicidade;
- 9- Taça de filtro.



*Fig.A.11 Bomba de alimentação em linha*



*Fig. A.12 Circuito completo de injeção, com bomba de injeção em linha*

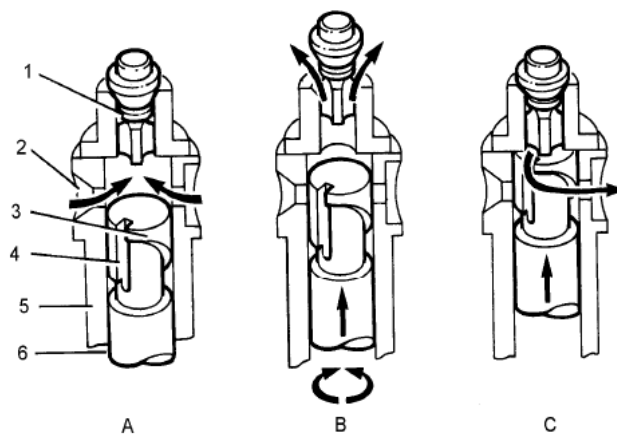


Fig. A.13 Funcionamento de um elemento de uma bomba de injeção em linha

(A- Alimentação; B- Injeção; C- Fim de injeção)

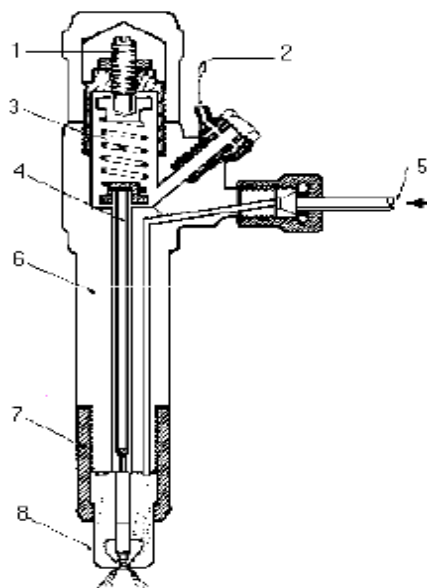
A bomba de injeção em linha ilustrada na Fig. A.13 é composta pelos seguintes elementos:

- 1- Válvula de descarga;
- 2- Alimentação;
- 3- Rampa helicoidal;
- 4- Ranhura;
- 5- Cilindro;
- 6- Embolo.



Prof. Jorge Nhambiu

Fig. A.14 Bomba de injeção rotativa



Descrição de um injetor:

- 1- Parafuso de regulação da pressão de injeção;
- 2- Retorno;
- 3- Mola;
- 4- Haste;
- 5- Entrada de combustível;
- 6- Porta-injetor;
- 7- Rosca;
- 8- Bico injetor.

*Fig. A.15 - Constituição de um injetor*

#### **A.4 Efeito do biodiesel no sistema de alimentação dos tratores**

Devido à preocupação mundial com as fontes renováveis de energia, que sejam técnica e economicamente viáveis, e alternativas ao petróleo, o uso dos óleos vegetais voltou a ser considerado para abastecer os motores de ignição por compressão (motores ICO ou motores Diesel).

Ao longo dos tempos, o emprego destas substâncias tem vindo a ser estudada. No entanto, esta fonte de energia sempre se debateu com os custos de produção e, principalmente, nos danos que causava aos motores. Estes estudos têm permitido o desenvolvimento das tecnologias para a produção de derivados do óleo vegetal, com características mais próximas do Diesel derivado do petróleo.

Presentemente, o biodiesel tem vantagens relativamente aos derivados do óleo vegetal por não exigir modificações mecânicas no motor.

Com as evoluções que se têm vindo a conseguir na transformação dos óleos vegetais, no final consegue-se um combustível com características de fluido e termodinâmicas semelhantes às do Diesel/petróleo. Além disso, a sua completa miscibilidade com o derivado do petróleo permite o seu uso em misturas de qualquer proporção.

Estas características fazem do biodiesel um sucedâneo potencial do óleo Diesel convencional nas suas aplicações, seja no transporte de cargas e passageiros, seja na agricultura ou na geração de energia eléctrica.

Actualmente, os fabricantes de motores somente aconselham a utilização de pequenas percentagens de biodiesel, pois no seu entendimento é necessária mais investigação, mais testes laboratoriais, ensaios dinamométricos e acompanhamento técnico de frotas para verificar os efeitos do uso de misturas de maior concentração de biodiesel nas câmaras de combustão, nos sistemas de alimentação, de injeção de combustível e de lubrificação.



Nos estudos que se têm vindo a desenvolver nos motores com ciclo Diesel, estes apresentam diferentes tecnologias. Nos quatro tipos de sistemas de injeção, os mais críticos ao uso do biodiesel são os do tipo VE e Common rail.

(Gerpen, 1996) Levantou algumas suspeitas quanto à eficiência dos filtros convencionais, no que diz respeito à separação da água do sistema combustível, uma vez que existe *uma maior afinidade do biodiesel pela água*. Isso causaria a oxidação dos componentes ferrosos do sistema de injeção o que implica a redução na eficiência da combustão e uma maior contaminação do óleo no cárter.

O óleo de lubrificação do motor, a uma determinada temperatura de funcionamento, recebe continuamente contaminantes formados da própria deterioração deste, consequência da acção do calor do motor, gases da combustão e, fracções de combustível não queimado.

A diluição pelo combustível causa a diminuição da viscosidade do óleo no cárter. A contaminação por água torná-lo-á mais viscoso. Adicionalmente, a quantidade de elementos metálicos indicariam o desgaste dos componentes do motor, (Silva, *et all*, 2006).

## A.5 Sistema de Refrigeração

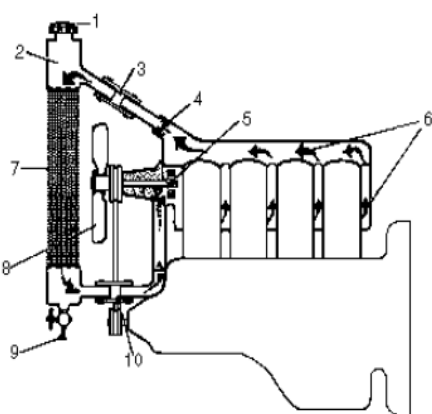
Nos *motores refrigerados por água*, o bloco do motor e a cabeça do motor (colaça) apresentam no seu corpo interior cavidades, por onde circula a água, que se ligam através de um circuito fechado a um radiador.

Nos *motores refrigerados a ar* são os monocilíndricos, utilizados para baixas potências, embora alguns construtores (Massey Ferguson) os utilizem em tratores de potências mais elevadas.

Os *sistemas refrigerados por óleo* complementam os sistemas anteriores.

### A.5.1 Refrigeração por água

A Fig. A.16 representa um circuito de refrigeração a água num motor de quatro cilindros, no qual se destacam seguidamente alguns dos seus componentes.



- 1- Tampão;
- 2- Radiador;
- 3- Ligação de borracha;
- 4- Termóstato;
- 5- Bomba de água;
- 6- Circulação de água;
- 7- Palhetas;
- 8- Ventilador;
- 9- Torneira;
- 10- Ligação de borracha.

Fig. A.16 Circuito de refrigeração a água num motor de quatro cilindros

### Radiador

Funciona como um permutador de calor onde a água quente é arrefecida pelo ar.

A água quente proveniente do motor entra pela parte superior do motor, e o ar, ao passar pelas palhetas / orifícios do radiador, faz baixar a temperatura da água, a qual desce no radiador, saindo pela parte inferior novamente para o motor, como se poderá verificar na fig. A.16 seguindo as setas.

### Ventilador

Tem como função forçar a passagem do ar pelo radiador, situando-se na parte de trás do radiador.

Pode ser accionado mecanicamente através de uma *polie* que é movida por uma correia que, por sua vez, passa pela *polie* da cambota. Mais recentemente este accionamento é feito electricamente quando o circuito de refrigeração atinge determinada temperatura, accionado o ventilador de forma a baixar a temperatura do fluido.

### Bomba de água

Estas bombas são, geralmente, centrífugas, constituídas por um tambor de palhetas, que roda dentro de um corpo / cárter, entrando a água pelo centro e sendo projectada pela força centrífuga para a periferia por onde sai para a conduta que a leva ao motor.



Fig. A.17 Bomba de água

### Termóstato

É uma válvula que mantém o circuito de refrigeração fechado, enquanto a temperatura de funcionamento do motor não atingir a temperatura normal de funcionamento, que normalmente anda à volta dos 80 a 85<sup>0</sup> C, abrindo-a para temperaturas superiores e fazendo com que a água circule para o radiador.

Normalmente, o termóstato está colocado na parte superior do motor (cabeça do motor), na conduta que liga a cabeça do motor à parte superior do radiador, permitindo assim

que o motor atinja mais rapidamente a temperatura de funcionamento, mantendo-a depois sempre constante. Existe um manómetro de temperatura no painel de instrumentos do tractor, que em caso de avaria deste dispositivo faz o ponteiro subir na escala de valor alertando o operador do tractor.



*Fig. A.18 Representação de um termóstato*

Os cuidados de manutenção a ter nos sistemas de refrigeração por água são os seguintes:

a) Radiador (vaso de expansão)

Verificação periódica do nível de água, que no radiador deve ficar 5 cm abaixo do orifício de enchimento e no vaso de expansão, nas marcas aí existentes.

Deve-se adicionar um anticongelante adequado que, modernamente também faz a função de antiferrugem.

Limpeza periódica, de acordo com a utilização que se dá à máquina, dos alvéolos do radiador com ar comprimido e com pouca pressão para não danificar os favos do radiador, no sentido contrário ao ar de arrefecimento aquando do motor em funcionamento.

Não se deve deixar o sistema sem líquido pois o contacto do ar com as paredes internas do motor precipita a sua corrosão.

b) Bomba de água

Lubrificação sob pressão, com massa consistente, que é recomendada pelo construtor.

Nos tractores mais recentes as bombas são pré-lubrificadas e assim não precisam de grandes cuidados, embora é importante não esquecer de não esticar em demasiado a correia de accionamento, pois danifica os rolamentos da bomba, ou deixá-la pouco esticada originando o patinar da correia.

Desta forma, se processe o normal funcionamento da bomba e respectivo ventilador pois, normalmente, está acoplado à bomba de água.

### A.5.2 Refrigeração por ar

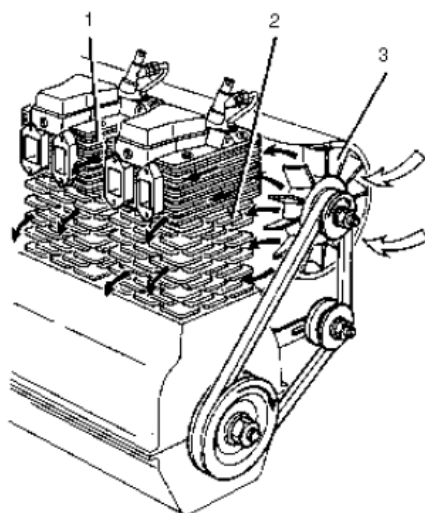
As vantagens deste tipo de refrigeração resultam da maior simplicidade dos motores, assim como da sua maior segurança, pois não necessitam de tanta manutenção.

Nestes sistemas, a necessidade de ar para o seu normal funcionamento é de cerca de 30% inferior à dos sistemas refrigerados a água, pois a transmissão para o ambiente é mais directa.

Na refrigeração por ar, os cilindros e respectivas cabeças estão separados, tendo na sua periferia várias palhetas por forma a aumentar a área de contacto com o ar movimentado pela ventoinha.

O ar é recolhido e canalizado para uma espécie de blindagem envolvente dos órgãos a refrigerar, nomeadamente a cabeça do motor, bloco do motor e colector de escape.

A peça essencial neste sistema é o ventilador que pode ser de palhetas, produzindo uma corrente de ar paralela ao eixo de rotação (axial) ou centrífugo, em que o ar entra pelo centro e é projectado para a periferia.



Descrição:

- 1- Cabeça do motor
- 2- Cilindro
- 3- Ventilador

*Fig. A.19 Sistema de refrigeração por ar*

Os cuidados a ter na manutenção dos sistemas refrigerados a ar são os seguintes:

- a) Palhetas dos cilindros

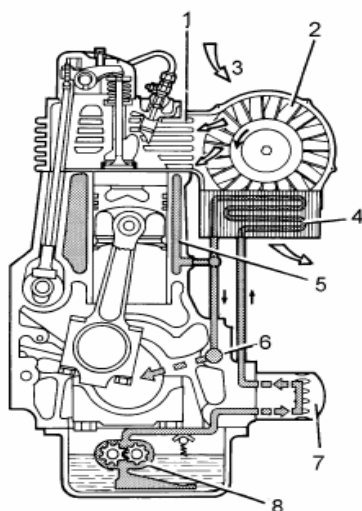
Limpeza frequente com ar comprimido ou uma escova dura

- b) Ventilador

Limpeza das pás e lubrificação dos rolamentos segundo instruções do construtor, verificando a tensão da(s) correias de transmissão.

As diferenças entre os sistemas de arrefecimento a ar e a água são os seguintes:

- a) Menos cuidados de manutenção;
- b) Não permite uma boa regulação da temperatura de funcionamento do motor;
- c) São mais ruidosos;
- d) Nos sistemas refrigerados a ar, o óleo de lubrificação aquece mais pelo que a refrigeração destes motores tem que ser complementada com o circuito de refrigeração a óleo.



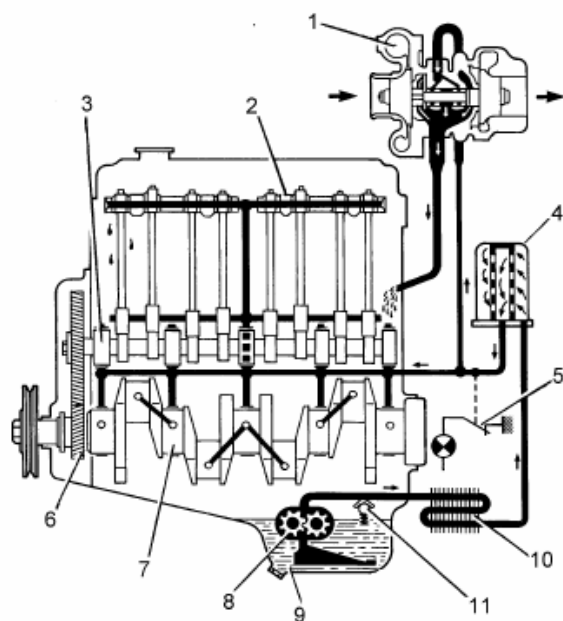
- 1- Cabeça do motor;
- 2- Ventilador;
- 3- Ar;
- 4- Radiador a óleo;
- 5- Cavidades de refrigeração;
- 6- Conduas de lubrificação;
- 7- Filtro;
- 8- Bomba de óleo.

Fig. A.20 Motor refrigerado por óleo e ar

Dois aspectos importantes a reter no trabalho diário com tratores são os seguintes:

- 1- Em qualquer das soluções de refrigeração apresentadas importa verificar a temperatura do motor, durante o trabalho e, com a maior frequência possível.
- 2- Se a temperatura subir a valores acima dos  $100^{\circ}\text{C}$ , deve-se parar imediatamente o trabalho mantendo o motor a trabalhar ao “ralenti” durante alguns segundos, de modo a evitar maior sobreaquecimento por *inércia térmica*.

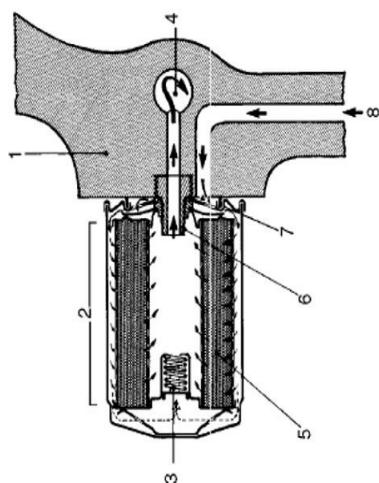
## A.6 Sistema de Lubrificação



Descrição:

- 1- Turbocompressor;
- 2- Veio com balanceiros;
- 3- Árvore de Excêntricos;
- 4- Filtro;
- 5- Contacto Eléctrico;
- 6- Distribuição;
- 7- Cambota;
- 8- Bomba de óleo;
- 9- Carter de óleo;
- 10- Radiador de óleo;
- 11- Válvula limitadora de pressão.

Fig. A.21 Circuito de lubrificação de um motor sobrealimentado



Descrição:

- 1- Bloco do motor;
- 2- Elemento filtrante monobloco;
- 3- Válvula de derivação;
- 4- Saída de óleo para as diferentes partes do motor;
- 5- Papel filtrante;
- 6- Rosca;
- 7- Junta do filtro;
- 8- Entrada do óleo no filtro.

Fig. A.22 Representação em corte de um filtro de óleo monobloco

### A.6.1 Órgãos de controlo e de segurança

Permitem ao operador conhecer o estado de funcionamento do sistema de lubrificação e alertam o operador para o caso de aparecimento de alguma anomalia, sendo os mais relevantes os seguintes:

- Vareta do óleo

Indica o nível máximo (max.) e mínimo (min.) que o óleo deve ter dentro do cárter.

- Manómetro  
Indica o valor da pressão do óleo na conduta principal do bloco
- Avisador luminoso  
Indica se a pressão do óleo desce para valores abaixo do valor mínimo.

### A.6.2 Lubrificantes

Actualmente, os tractores e alfaías agrícolas tornaram-se máquinas sofisticadas, exigindo lubrificantes de alta qualidade que lidam bem com a crescente severidade dos serviços a que estão sujeitos estes equipamentos. A lubrificação é um dos principais itens da manutenção de máquinas agrícolas e deve ser praticada de forma a permitir o aumento da vida útil destas.

Os lubrificantes são produtos que ao serem colocados entre duas peças móveis ou uma fixa e outra móvel, formam uma película protectora que tem como função:

- Reduzir o atrito / Desgaste
- Ajudar na diminuição do calor gerado
- Fazer a limpeza das peças que compõem o motor
- Proteger da corrosão
- Contribuir na vedação do motor (compressão)

Os lubrificantes apresentam-se normalmente no estado sólido (grafite), pastoso (massas) e líquidos (óleos lubrificantes).

Os óleos lubrificantes podem ser de origem animal ou vegetal (massas), derivados do petróleo (minerais) ou produzidos em laboratório (óleos sintéticos), existindo óleos cuja composição é composta pela mistura de dois ou mais óleos (óleos compostos).

As principais características dos óleos lubrificantes são a *viscosidade*, o *índice de viscosidade* e a *densidade*.

A *viscosidade* mede a dificuldade com que o óleo escorre (escoa). Quanto mais viscoso for um lubrificante, mais grosso, mais difícil de escorrer se torna, portanto será maior a sua capacidade em se manter entre duas peças móveis, realizando assim a lubrificação das mesmas.

A viscosidade dos lubrificantes não é constante, variando com a temperatura. Quando a temperatura aumenta, a viscosidade diminui e o óleo escoa com mais facilidade.

O *índice da viscosidade* mede a variação da viscosidade com a temperatura.

A *densidade* indica o peso de uma certa quantidade de óleo a uma determinada temperatura.

*Aditivos* são produtos químicos que são adicionados aos óleos lubrificantes, especialmente quando o lubrificante é submetido a condições severas de trabalho. Os

principais tipos de aditivos são: antioxidantes; anticorrosivos; antiferrugem; anti-espuma; e aditivos para melhorar o índice de Viscosidade.

Os motores dos tratores e alfaia têm características exigentes, tais como o funcionamento a altas temperaturas, a altas rotações e elevada pressão. Para facilitar a escolha do lubrificante correcto, existem várias classificações, sendo as principais a SAE e API.

A classificação dos óleos dos motores é feita da seguinte forma:

- a) Classificação com base na viscosidade
- b) Classificação com base nas condições de serviço
  - b.1) Classificação API (American Petroleum Institut).
  - b.2) Classificação C.C.M.C. (Comité dos Construtores do Mercado Comum).
  - b.3) Classificação MIL-L (Military Lubrificant).

A Classificação SAE, estabelecida pela *Sociedade dos Engenheiros Auto dos Estados Unidos*, classifica os óleos pela sua viscosidade, tendo associada um número e, quanto maior este for, mais viscoso é o lubrificante, estando dividido em três categorias:

- 1- Óleos de Verão: SAE 20,30,40,50,60;
  - 2- Óleos de Inverno: SAE 0W, 5W, 10W, 15W, 20W, 25W A letra W vem do inglês winter (inverno);
  - 3- Óleos multi-viscosos (inverno e verão): SAE 20W-40, 20W-50, 15W-50;
- As principais vantagens dos óleos multi-viscosos em relação aos óleos mono-viscosos devem-se ao facto de permite o arranque a frio mais fácil, menor desgaste do motor, menor consumo de combustível, etc.

A Classificação API foi desenvolvida pelo *Instituto Americano do Petróleo, Estados Unidos*, baseando-se em níveis de desempenho dos óleos lubrificantes, isto é, no tipo de serviço a que a máquina está sujeita. A classificação é composta por duas letras, em que a primeira indica o tipo de combustível do motor e a segunda o tipo de serviço.

No que concerne aos óleos de transmissões mecânicas importa referir o seguinte:

- As transmissões podem ser embraiagens, caixa de velocidades, diferenciais, travões a banho de óleo, e tomadas de força. Elas são responsáveis pela transmissão da potência produzida pelo motor para movimentar as rodas da tracção, e as alfaia colocadas no tractor através da TDP do tractor. Os óleos lubrificantes utilizados em transmissões mecânicas também são classificados pelos SAE e API.

As massas lubrificantes / consistentes correspondem ao produto resultante da mistura de um agente espessante (Gel) num lubrificante líquido (cerca de  $\frac{3}{4}$  da totalidade), ficando com alguma consistência, podendo ainda ser-lhe adicionados outros ingredientes destinados a



conferir-lhes propriedades especiais, nomeadamente aditivos antioxidantes, de extrema-pressão e anticorrosivos.

A manutenção do sistema de lubrificação possui os seguintes procedimentos gerais:

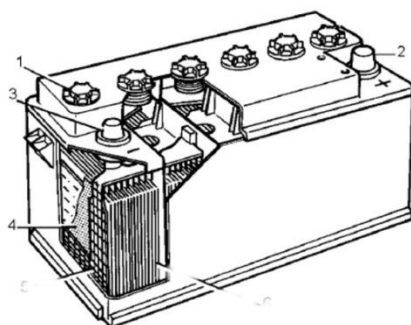
- 1- Existência de um mapa de manutenção, com a indicação das periodicidades e tipo de operação de manutenção;
- 2- Verificação do nível de óleo;
- 3- Substituição do óleo e filtro de acordo com as indicações do construtor;
- 4- Lubrificação dos copos com massa consistente de acordo com as indicações fornecidas pelo construtor.

Os lubrificantes a utilizar nos tractores devem ser escolhidos de acordo com as recomendações do fabricante. Contudo, os fabricantes para a mesmo tractor podem aconselhar lubrificantes com diferentes características; a opção por um determinado lubrificante está dependente da temperatura ambiente de trabalho entre outros factores - em *climas frios* devem ser utilizados óleos com *viscosidades mais baixas* e o inverso com temperaturas mais altas.

## A.7 Sistema Eléctrico

As baterias de acumuladores apresentam-se em forma de cuba, sendo compartimentadas, tendo cada elemento um dado número de pares de placas de chumbo endurecidas ou de antimónio.

Estas placas estão aos pares e são separadas por placas de material isolante poroso, encontrando-se todas elas submersas numa mistura de ácido sulfúrico e água destilada, que se designa por electrólito.



Descrição:

- 1- Bujão;
- 2- Borne positivo;
- 3- Borne negativo;
- 4- Placas isolantes.

Fig. A.23 Bateria de chumbo em corte

Uma bateria caracteriza-se pelos seguintes itens:

- a) Tensão

Depende do número de elementos que a constituem sendo expressa em voltes (V).

Cada elemento tem uma diferença de potencial de 2V, sendo as baterias dos tractores, na sua maioria, de 12V e de seis elementos.

Nem sempre a bateria apresenta um valor de 12V, podendo variar ligeiramente conforme esta se encontrar carregada ou descarregada.

b) Capacidade

É expressa em amperes/hora (A/h); define-se como a intensidade da corrente que a bateria pode despende durante um determinado intervalo de tempo, até que aquele valor atinja um nível mínimo.

Os procedimentos de manutenção de uma bateria são os seguintes:

- a) Manter o nível do electrólito um pouco acima das placas (6 a 10 mm) pela adição de água destilada.
- b) Verificar a densidade do electrólito através da utilização de um densímetro.
- c) Caso seja necessário proceder à carga da bateria, utilizando uma intensidade de corrente baixa e, prolongada no tempo, aproximadamente 24H.
- d) A superfície da bateria deve manter-se sempre limpa e os bornes isolados para se evitarem perdas de carga.

No que concerne ao alternador, a sua constituição e funcionamento apresentam as seguintes características:

- Os automóveis operam com tensão contínua, de 12 a 14,9 volts. Comparado com o motor de arranque, o alternador trabalha com o princípio inverso, já que o alternador carrega a bateria e alimenta todas as cargas eléctricas com a sua corrente quando o motor do veículo está em funcionamento.
- O motor de arranque só funciona até à entrada em funcionamento do motor de combustão; sendo assim, aquele fica inoperante após esse período, permanecendo parado mesmo enquanto o motor do automóvel está em funcionamento.
- O rectificador é o responsável pela transformação da corrente alternada em contínua, que é a indicada para carregar as baterias.
- A regulação da tensão é efectuada por dispositivos electrónicos constituídos por transístores e díodos semicondutores, em silício para não se desgastarem em serviço.



Fig. A.24 Alternador

As características do alternador são as seguintes:

- Transforma energia mecânica em eléctrica;
- Produz corrente alternada induzida por um campo magnético, que por sua vez é rectificadada em corrente contínua

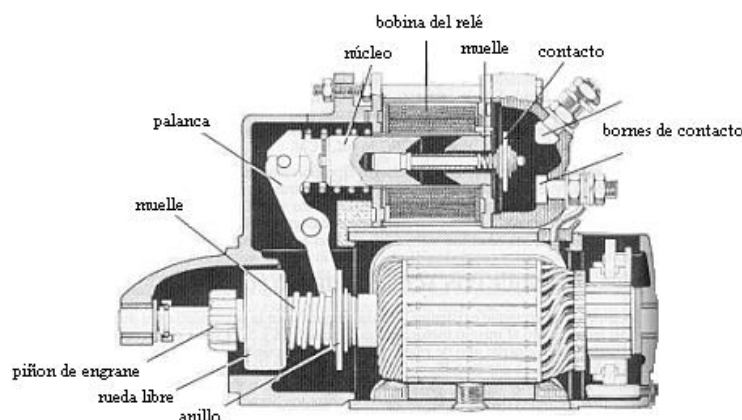


Fig. A.25 Motor de arranque

O motor de arranque é um motor no qual as bobinas indutoras estão ligadas em série, por intermédio de escovas com as bobinas induzidas. É necessária esta ligação em série pois assim permite uma alimentação de corrente de grande intensidade, necessária ao desenvolvimento de binários muito elevados.

As *deficiências na manutenção* que mais afectam o *consumo de combustível* são as seguintes:

- a) Obstrução dos filtros de ar

Os filtros de ar em mau estado originam perdas de carga e a redução de 10 a 20% no enchimento do cilindro, originando assim o aumento no consumo.

- b) Deficiente regulação do sistema de injeção, folga das válvulas e mau funcionamento dos injectores.

As válvulas ao longo do tempo vão sofrendo desgaste, o que origina alterações nas suas folgas (aumento) e, como tal atrasos na sua abertura, o que implica uma tendência para o atraso da sua injeção que varia entre 5 – 10<sup>0</sup> de rotação, no que resulta na combustão incompleta do combustível.

A diminuição da pressão de injeção conduz à combustão parcial do combustível e, conseqüentemente ao aumento do consumo.

Os injectores quando estão mal calibrados, em vez de pulverizar o gasóleo, vazam-no no estado líquido em cima dos pistons, aumentando a temperatura de funcionamento do motor, o que poderá também ocasionar ou danificar os pistons, fusões locais, incluindo furá-los na sua parte superior, levando a que o motor atinja uma rotação tal, pela queima do óleo do motor para lubrificação, que fica totalmente fora de controlo e, só irá parar depois da sua gripagem.

c) Refrigeração insuficiente

A elevação anormal da temperatura do motor provoca uma redução no enchimento dos cilindros, acentua a falta de estanqueidade dos segmentos, em motores já um pouco “cansados”, que se traduz por uma combustão incompleta e diminuição da pressão no cimo do êmbolo.

## A.8 Características Técnicas dos Pneus

As principais características técnicas dos pneus são as seguintes:

a) Largura

A largura de um pneu é dada em polegadas, sendo a distância entre os flancos, quando o pneu se encontra à pressão e na jante indicada pelo construtor.

Este valor é aproximado pois, na prática varia em função da marca e tipo de armação e jante utilizada.

b) Diâmetro

O diâmetro também é dado em polegadas que são, caracterizadas pela distância entre dois pontos dos talões diametralmente opostos.

c) Carga

A carga de um pneu é o peso que um pneu pode suportar e, é dada por um número compreendido entre 0 e 279.

d) Índice de velocidade

É a velocidade máxima suportada pelos pneus. Nos pneus agrícolas esta velocidade é de 30 km/h.

Nalguns países e, em estrada pode-se circular até a 40km/h.

### Pressão dos pneus

A pressão a dar aos pneus é dada em função da carga que pode suportar e que, normalmente é indicada pelo construtor do pneu através de indicações apostas no próprio pneu e, também do tipo de solo em que vai circular.

A pressão máxima de enchimento é dada pelo número de estrelas que aparece no flanco do pneu:

\*1,6 bar

\*\*2,35 bar

\*\*\*3,2 bar

\*\*\*\*4,4 bar

A escolha da pressão do pneu em função do tipo de trabalho e de solo usualmente assume as seguintes características:

- Pressão em estrada de 2 bar – Transporte
- Trabalho em solo duro - Período estival
  - Solo argiloso compactado
    - Pressão no campo de 1,5 bar - Solo gradado – Deve aumentar-se o número de garras em contacto com o solo.
  - Solo argiloso húmido.

A vida útil dos pneus pode ser aumentada da seguinte maneira:

- Utilizando os sistemas de controlo de tracção
- O bloqueio do diferencial
- Montagem dos pneus motrizes com a faixa de rolamento em sentido inverso ao do deslocamento
- Utilizando somente o tractor em trabalhos de transporte o aumento da vida útil dos pneus é de quatro a cinco vezes. Diminuindo para duas vezes quando aquele trabalho representa cerca de 30% do trabalho de exploração.

Optimização da distribuição de massas/lastragem

- Tractores de 2RM

Nestes tractores a massa sobre o trem dianteiro deve ser apenas a suficiente para permitir a mudança de direcção e a estabilidade longitudinal.

A utilização de massa a mais no trem dianteiro conduz ao seu desgaste prematuro, à deterioração dos pneus e a um acréscimo no consumo de combustível.

- Tractores de 4RM

Nestes tractores a lastragem do trem dianteiro, com massas adicionais e/ou utilização de água nas rodas dianteiras permite aumentar a sua aderência aumentando assim a capacidade de tracção.

Deve ainda referir-se que a utilização de lastro líquido e contrapesos nos tractores só se deve verificar quando realmente se justificar pois a sua utilização origina o aumento substancial no consumo do tractor.

- e) Vantagens e desvantagens na utilização de lastro líquido ou contrapesos nos tractores (Santos, 2012)

- Vantagens

- Aumenta a capacidade de tracção
- Torna mais agradável a condução

- Desvantagens

- Aumenta o consumo de combustível
- Maior compactação do solo

Tabela A.1 Tabela Prática de Manutenção de Máquinas Agrícolas

EQUIPAMENTO		MARCA		MODELO	

**ACOMPANHAMENTO DAS TROCAS DE ÓLEOS, FILTROS E SERVIÇOS EXECUTADOS**

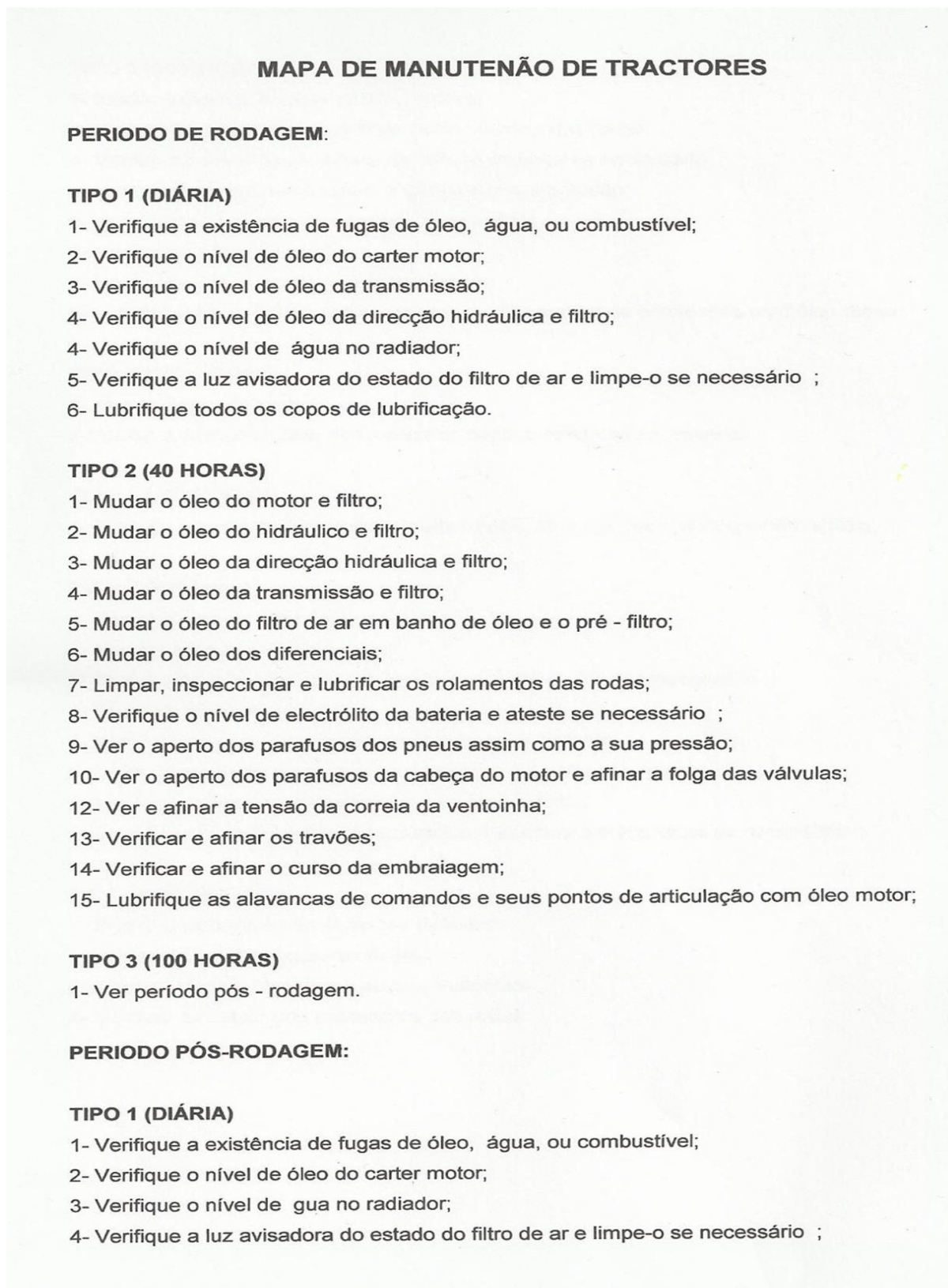
DATA DA TROC A OU SERVIÇ S	M u S	FILTROS				ÓLEOS LUBRIFICANTES								OUTRAS TROCAS/SERVIÇOS						
		AR	Combustível	Óleo	Sep. Água	Motor	Cx. Marcha	Cx. Direção	Freio (Óleo)	Dif. Dianteiro	Dif. Traseiro	T. de Força	Sist. Hidráulico	Água Radiador	Adit. Radiador	Graxa (Lubrif.)	Correia Motor	Bateria	Pneus	Abastecimento

OBS: Anotar Data, Km ou Hora e assinalar com um "X" a troca ou o serviço executado.

ÓLEOS UTILIZADOS		FILTROS UTILIZADOS	
MOTOR		AR	
CX. DIREÇÃO		COMBUSTÍVEL	
HIDRÁULICO		LUBRIFICANTE	
DIFERÊNCIAL		SEP. ÁGUA	

OBS: Anotar os produtos utilizados na troca ou o serviço executado.

Fig. A.26 Mapa exemplificativo de Manutenção de Tractores





**TIPO 2 (50 HORAS)**

- 1- Mudar o óleo do filtro de ar e o pré-filtro;
- 2- Limpar, inspeccionar e lubrificar os rolamentos das rodas;
- 3- Verifique o nível de electrólito da bateria e ateste se necessário ;
- 4- Ver o aperto dos parafusos dos pneus e a sua pressão;
- 5- Ver e afinar a tensão da correia da ventoinha;
- 6- Verificar e afinar os travões;
- 7- Verificar e afinar o curso da embraiagem;
- 8- Lubrifique as alavancas de comandos e seus pontos de articulação com óleo motor;

**TIPO 3 (100 HORAS)**

- 1- Mudar o óleo do motor;
- 2- Verifique o nível de óleo dos redutores finais e ateste se necessário;

**TIPO 4 (200 HORAS)**

- 1- Filtro de óleo do motor; quando mudar o óleo do motor, substitua também o filtro;

**TIPO 5 (400 horas)**

- 1- Mudar o filtro de óleo da transmissão;
- 2- Mudar os filtros de combustível;
- 3- Mudar o filtro da direcção hidrostática e ateste de óleo se necessário ;
- 4- Retirar e afinar os injectores;
- 5- Verifique a folga das válvulas e afine-as se necessário ;
- 6- Verifique a tensão da correia da ventoinha e ajuste-a se necessário ;
- 7- Verifique o filtro de ar e substitua-o se necessário ;
- 8- Verifique o estado de todos os parafusos exteriores e aperte-os se necessário ;

**TIPO 6 (800 HORAS)**

- 1- Mudar o óleo e filtro do sistema hidráulico;
- 2- Mudar o óleo das reductoras finais;
- 3- Mudar o líquido do sistema de arrefecimento;
- 4- Verificar as folgas dos rolamentos das rodas.

## **Apêndice B - Caracterização dos Tratores Agrícolas Utilizados**

### **B.1 Breve historial dos tratores *New Holland***

#### **1895**

Abe Zimmerman começou a trabalhar numa oficina de reparação de equipamentos em New Holland, Pensilvânia, EUA, local que dá nome a esta empresa. No mesmo ano, Alexandre Braud apresentou as debulhadoras estacionárias aos agricultores da França ocidental.

#### **1903**

Zimmerman fundou a New Holland Machine Company e criava produtos agrícolas, incluindo uma máquina de produção de forragens, para ajudar a comunidade agrícola à sua volta.

#### **Início de 1900**

Henry Ford acabara de fundar a sua empresa de automóveis em Detroit. Ford, cujos métodos de produções em massa revolucionaram a indústria automóvel, também viu uma oportunidade para massificar a produção de tratores.

#### **1906**

Leon Claeys, um mecânico belga, começou a construir máquinas de debulha, e, em 1909, construiu a sua fábrica em Zedelgem, Bélgica, onde ainda hoje está situada a fábrica da New Holland.

#### **1907**

A Ford lançou o protótipo do primeiro tractor a gasolina produzido em massa, denominado “charrua automóvel”.

#### **1917**

Este tractor passou à fase de produção. Recebeu o nome Fordson Modelo F e foi produzido por uma nova empresa, a Henry Ford & Son Company.

#### **1918**

Foi lançado o tractor Fiat Modelo 702. Um ano depois, passou a ser produzido na fábrica de carros e carrinhas, em Turim, e venceu o Concurso Internacional de Lavoura, em Senelis (França) - O Modelo 702 foi o primeiro tractor agrícola da Fiat, bem como o primeiro tractor italiano a ser construído à escala industrial.

### **Nos anos 30**

O fundador da Fiat, Senador Giovanni Agnelli, quis que o seu tractor se tornasse parte integrante da agricultura da Itália e, então, iniciou uma associação com as cooperativas agrícolas italianas. Em 1940, a Fiat construíra já 9000 tractores para o mercado nacional e internacional.

### **No final dos anos 30**

Após a Grande Depressão, a *New Holland Machine Company* de Zimmerman foi comprada por um grupo de investidores que deram uma nova vida à empresa. Com o lançamento do Modelo 73, a primeira enfardadeira de feno do mundo com alimentação e atamento automáticos, a empresa voltou a sobressair.

### **1939**

A Ford incluiu o engate de 3 pontos na Série “N” de tractores: uma das famílias de tractores com maior sucesso de sempre.

### **1947**

A empresa mudou o nome para *Sperry New Holland* e, no mesmo ano, registou um notável avanço na tecnologia da colheita de feno com o lançamento da gadanheira-condicionadora.

### **Final dos anos 50**

A produção de dois novos modelos Fiat, o Modelo 18 “La Piccola” e o 411, catapultou os tractores Fiat para o verdadeiro sucesso internacional.

### **1964**

Claeys era um dos maiores fabricantes de ceifeiras-debulhadoras da Europa. A Sperry New Holland comprou uma grande parte das acções da Claeys.

### **1973**

Foi lançado o Fiat 640, o tractor mais vendido da famosa Série “Nastro Oro” da Fiat. Um sucesso internacional que dura até hoje.

### **1974**

A Sperry New Holland lançou a primeira ceifeira-debulhadora do mundo com rotor duplo: uma ideia genial, que continua a liderar a indústria dos nossos dias.

### **Anos 80**

A Ford era uma figura central e a sua divisão de tractores foi responsável por várias inovações na indústria, incluindo a utilização de potência hidráulica, pneus pneumáticos de borracha, motores diesel e o engate de 3 pontos.

**1986**

A Ford comprou a Sperry New Holland e formou a Ford New Holland Inc.

**1991**

A Fiat, que adquirira a Braud, comprou 80% da Ford New Holland e o processo de integração total ficou completo com o lançamento oficial da New Holland na sua convenção mundial, em 1994.

**2007**

O equipamento New Holland suporta a utilização de 100% Biodiesel.

**2009**

O projecto do tractor NH<sup>2</sup>™ movido a hidrogénio e a Quinta Energeticamente Independente são publicamente desvendados na Feira SIMA em Paris, França. Na mesma feira a New Holland fez o lançamento do galardoado tractor T7000 Auto Command™ equipado com o ergonómico apoio-de-braço SideWinder™ II.

**2010**

A New Holland anuncia as soluções Tier 4A e é o primeiro fabricante a estabelecer uma rota com vista ao cumprimento total das normas de emissões de 2014 Tier 4B para equipamentos de 130 a 560 kW com a utilização exclusiva da tecnologia SCR (Redução Catalítica Selectiva).

Os 50 anos de excelência e inovação no sector das Ensiladoras Auto-Motrizes são celebrados em Zedelgem com o lançamento da Edição Limitada de Aniversário dos 50 anos da FR9000.

**2011**

Como resultado da operação de cisão, o Grupo Fiat torna-se em dois novos grupos (ambos quotados na Bolsa de Valores de Milão) com dois distintos logós: Fiat SpA e Fiat Industrial SpA; A New Holland pertence ao segundo grupo.

Inauguração do Centro de Recepção a Clientes na fábrica de Basildon, Reino Unido.

**Hoje**

A New Holland é uma marca agrícola líder mundial, que dispõe da mais alargada gama de equipamentos agrícolas para ir ao encontro das necessidades de qualquer agricultor ou alugador. É uma das marcas mais galardoadas devido à sua simples e inovadora tecnologia que melhora a eficiência e produtividade agrícola.

**B.2 A empresa Agro Mondego, concessionária New Holland**

Inicialmente começou por comercializar tractores Same, sendo a Agro Mondego actualmente a concessionária da New Holland na Região Centro.

A empresa Agro Mondego, Lda. foi fundada em 1976 pelo Sr. Arlindo Alberto e pela Sra. Alzira Alberto, sócios gerentes da mesma.

Foi esta empresa responsável pela implantação desta marca no Vale do Mondego e arredores. No fim da década de 80, a empresa enveredou pela marca Fiatagri, comercializando os tractores Fiat e ceifeiras Laverda. Devido a uma parceria entre a Fiatagri e a marca de tractores Kubota, ficaram ao longo de vários anos representantes desta última.

Mais tarde, a marca de tractores Ford juntou-se ao grupo Fiat ficando a empresa também a comercializar esta marca. Em meados da década de 90, a marca Fiatagri foi absorvida pela New Holand, passando então a Agro Mondego a representar esta marca até aos dias de hoje.

Em 1990 a empresa abriu uma filial em Pombal, concretamente na Zona Industrial da Formiga, para desta forma estar mais perto dos agricultores a sul da sua zona de influência.

Actualmente a empresa labora nos concelhos de Figueira da Foz, Pombal e Ansião.

Nesta empresa trabalham presentemente 12 pessoas repartidas pelos sectores de vendas, pós venda, assistência técnica e administrativa.



Fig. B.1 Imagem das instalações da Firma Agro Mondego

### B.3 Descrição Técnica dos Tractores utilizados no projecto

	Tractor 1	Tractor 2	Tractor 3	Tractor 4	Tractor 5	Tractor 6
	TS135A	TS125A	TS115	TS115A	TD5050	TS100A
Potência (cv)	136	125	115	116	95	101
Nº Cilindros	6	6	6	6	4	4
Cilindrada	6728	6728	7500	6728	4485	4485
Aspiração	Turbo Int.	TurboInt.	Turbo Int.	Turbo Int.	Turbo Int.	Turbo Int.
Tipo caixa	16 x 16	24 x 24	16 x 16	16 x 16	12 x 12	16 x 16
Peso (Kg)	5150	5140	4820	5110	3900	4560

*Quadro B.1 Características técnicas dos tractores que constituem a amostra*

**Tractor 1**

Fig. B.2 New Holland – TS135A C/C ARM

## Características:

- Peso 5150 Kg
- Detalhes do motor:
  - Potência - 136 cv (se for activada a gestão de potência fica com aproximadamente 150cv)
  - Número de Cilindros - 6
  - Aspiração - Turbo\ *intercooler* Diesel
  - Cilindrada - 6728 cm<sup>3</sup>
  - Tipo de caixa - 16x16
- Tem tracção às quatro rodas
- Entrou ao serviço em 2008; actualmente tem 5 anos em serviço, com 1323H em 26-03-2012.

**Tractor 2**

Fig. B.3 New Holland TS125A C/C 4RM

## Características:

- Detalhes do motor:
  - Aspiração - Turbo\ *intercooler* Diesel

- Número de cilindros - 6
  - Cilindrada - 6728 cm<sup>3</sup>
  - Potência - 125 cv
  - Tipo de caixa – 24x24
- Tem tracção às quatro rodas
- Tinha 2700H em 22-09-2011

### ***Tractor 3***



Fig. B.4 New Holland TS-115 4RM C/AC

#### Características:

- Detalhes do motor:
- Potência - 115 cv
  - Número de Cilindros - 6
  - Cilindrada - 7500 cm<sup>3</sup>
  - Aspiração - Turbo\ *intercooler* Diesel
  - Tipo de caixa 16x16
- Peso 4820 Kg
- Tem tracção às quatro rodas
- Tinha 3122H em 07-09-2012

### *Tractor 4*



*Fig. B.5 New Holland TS-115A*

#### Características:

- Detalhes do motor:
  - Potência 116 CV
  - Nº Cilindros 6
  - Cilindrada 6728 cm<sup>3</sup>
  - Aspiração Turbo\ intercooler diesel
  - Tipo de caixa 16X16
- Peso do tractor 5110 Kg
- Tem tracção às quatro rodas
- Em 05-03-2012 tem 1244H
- É propriedade de uma firma que desenvolve a sua actividade no ramo do arroz.

### *Tractor 5*



*Fig. B.6 New Holland TD5050 4WD C/C*

#### Características:

- Detalhes do motor:



- Potência - 95 CV
  - Nº Cilindros - 4
  - Cilindrada - 4485 cm<sup>3</sup>
  - Aspiração - Turbo\ *intercooler* Diesel
  - Tipo de caixa 12X12
- Peso do tractor - 3900 Kg
- Tem tracção às quatro rodas
- Em 10-08-2012 tinha 840H
- É propriedade de um particular que o utiliza nas suas propriedades agrícolas.

### ***Tractor 6***



*Fig. B.7 New Holland TS100A 4WD C/C*

#### Características:

- Detalhes do motor:
- Potência - 101 CV
  - Nº Cilindros - 4
  - Cilindrada - 4485 cm<sup>3</sup>
  - Tipo de Aspiração - Turbo\ *Intercooler* Diesel
  - Tipo de Caixa – 16x16
- Peso do tractor 4560 Kg
- Tem tracção às quatro rodas
- Em 11-04-2012 tinha 1323H
- É propriedade de uma empresa que desenvolve a sua actividade agrícola no ramo do arroz.

## Apêndice C - Factores de Produção na Agricultura

---

### C.1 Classificação dos factores de produção

Qualquer processo produtivo pode ser encarado como uma transformação tecnológica em que os recursos pré-existentes são transformados em bens de consumo, (Alberto, 1986).

Os factores de produção englobam elementos naturais (terra e água), humanos e de capital. Assim, a classificação clássica, divide os factores de produção em:

- Terra
- Trabalho
- Capital

A terra é o substrato indispensável à produção agrícola, pelo que é considerado o primeiro factor de produção. Nesta classificação, no factor terra são englobados os restantes factores naturais. No entanto a terra apresenta certas características comuns a todos os objectos económicos, pelo que nas classificações mais recentes a terra deixa de constituir um factor de produção individualizado e passa a estar englobado no factor capital. Assim, modernamente são considerados os três factores de produção seguintes:

- Trabalho
- Capital
- Empresário

O factor trabalho representa todo o esforço humano aplicado na obtenção de produtos agrícolas.

Todos os bens materiais aplicados no acto de produzir, duradouro ou não, quer de origem natural quer devido a trabalho prévio, constituem o *factor capital*.

O empresário é o factor que mantém a empresa em funcionamento, toma a iniciativa da produção e suporta todos os riscos inerentes.

Chamam-se *variáveis* aos factores cujas quantidades se modificam durante o período de produção e que permanecem na exploração, durante um determinado período.

### C.2 Capital em Agricultura

Os capitais agrícolas podem ser classificados de acordo com o esquema seguinte:

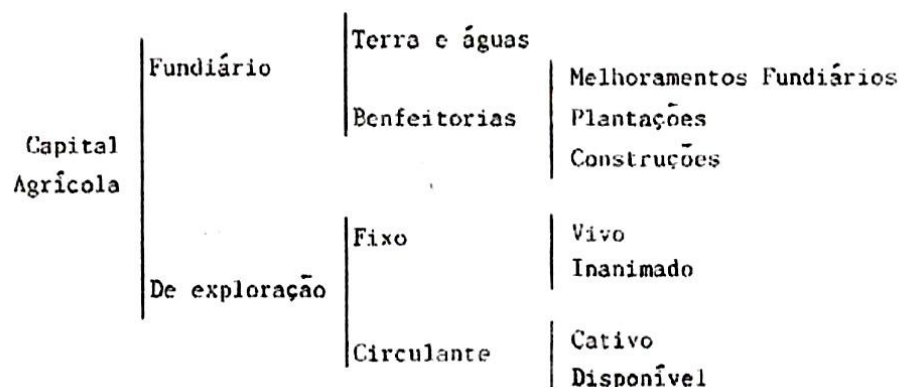


Figura C.1 Esquema proposto pelo Prof. Henrique de Barros (Barros, 2000)

O *Capital Fundiário* está associado às características naturais da empresa, uma vez que compreende a terra e os recursos aquíferos, assim como os trabalhos do homem efectuados sobre o solo e que, de algum modo, se destinam a melhorar as suas características (melhoramentos fundiários) ou a aumentar o potencial produtivo da empresa (construções e plantações).

Constituindo uma entidade fisicamente separada do capital fundiário, mas a ele associado, funcionalmente temos o *capital de exploração* que se constitui como que o “equipamento” da empresa agrícola.

O capital de exploração pode ser considerado *fixo ou variável (circundante)*. Os *capitais fixos* são aqueles que permanecem na empresa agrícola durante um período de tempo superior a um exercício, vão sofrendo com a utilização um certo desgaste, mas nunca alteram completamente a sua forma física. Como exemplo de capitais fixos temos as máquinas e restante equipamento agrícola (capitais fixos inanimados) e os gados (capitais fixos vivos).

O *capital circundante* é aquele que permanece na empresa um período de tempo inferior a um exercício e durante o processo de produção altera a sua forma física. É o caso dos adubos que são incorporados no solo e que depois se transformam em produção. Durante o período em que permanece na empresa, os capitais circulantes podem estar *cativos*, caso dos adubos e sementes já lançados ao solo, ou *livres* à disposição do agricultor, caso dos produtos em armazém.

No caso em estudo, o elemento principal é o tractor agrícola, designados por *capital fixo inanimado*.

## C.2.1 Custos de utilização da maquinaria agrícola

### C.2.1.1 Elementos constituintes do custo. Custos fixos e custos variáveis

Na utilização do equipamento agrícola tem-se dois tipos de custos:

- Custos de posse;
- Custos operacionais.

Os *custos de posse* são os que resultam da compra do material (encargos de posse). O seu montante anual é constante não dependendo do número de horas de utilização do material. Por este motivo é designado por custo fixo.

Os *encargos operacionais* ou custos variáveis são aqueles cujo montante anual é variável em função do período de utilização do material. Existe uma relação entre a duração anual do trabalho e os encargos operacionais.

O *custo total* de utilização anual do equipamento é a *soma dos custos fixos e dos custos variáveis*.

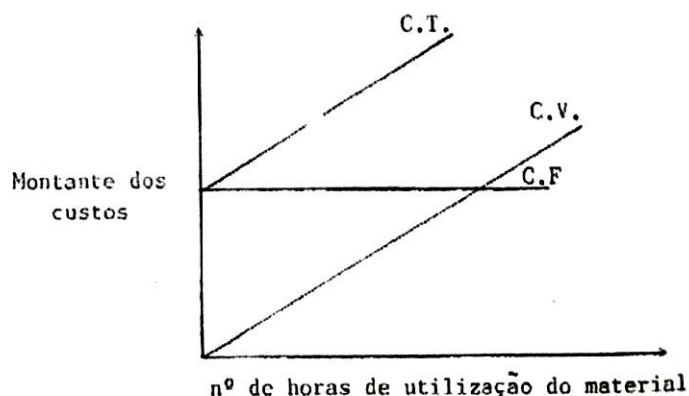


Figura C.2 Ilustra a relação existente entre as três funções custo e utilização horária anual do equipamento

Analisando o gráfico verifica-se que, enquanto os custos fixos permanecem sempre constantes e, mesmo independentemente da duração da utilização, os custos variáveis crescem à medida que aumenta o número de horas de trabalho.

Os custos totais, sendo o somatório dos custos fixos, mais os custos variáveis, apresentam também, uma relação crescente com o período de utilização.

$$C.T. = C.F. + C.V. \quad (C.1)$$

Se se relacionar o montante dos custos com o volume total de produção, obter-se-á o *Custo Total Médio*:

$$CT_M = \frac{CT}{Y} \quad (C.2)$$

*Ou seja, o  $CT_M$  é igual aos custos totais a dividir pelo volume total de produção, obtendo assim o custo por unidade produzida.*

O custo médio é função decrescente do volume de produção  $Y$ , o mesmo acontecendo em relação aos custos fixos médios.

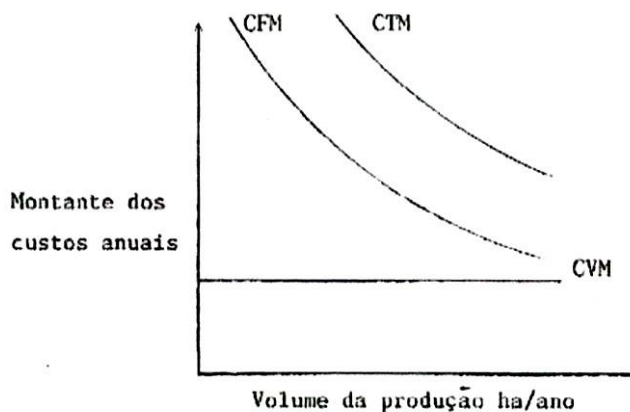


Figura C.3 Relação entre os custos e o volume de produção

Os custos totais e fixos médios diminuem com o volume de produção, permanecendo constantes os custos variáveis médios.

Relativamente à maquinaria agrícola, tem-se como *custos fixos*:

- Amortização;
- Juros de capital investido;
- Seguros e impostos;
- Alojamento do material.

Estes elementos, que constituem os custos fixos, são inerentes ao acto de compra da máquina, sendo independentes do tempo de utilização.

Quanto aos *custos variáveis* tem-se:

- Combustíveis e lubrificantes;
- Reparações e mão-de-obra.

Nas características das máquinas agrícolas, nomeadamente o seu elevado custo, os custos fixos representam uma percentagem importante dos custos totais.

Os tractores agrícolas, cuja polivalência na actividade, na exploração agrícola, permitem uma utilização muito diversa, enquanto a maquinaria específica, no caso das alfaias, apenas é utilizado durante um período anual reduzido, pelo que a percentagem dos custos fixos tende a aumentar.

É devido a estas características que, frequentemente, ocorre o facto de uma máquina não ser rentável em determinada exploração, pelo facto da área afectada à cultura não ser suficiente para garantir um volume de produção que baixe significativamente os custos fixos médios. *Por este facto, muitas vezes o recurso ao aluguer da maquinaria torna-se uma solução mais rentável.*

### C.2.1.2 Métodos de cálculo do custo de utilização

O cálculo dos custos de utilização de uma máquina podem ser feitos *à posteriori* ou *à priori*.

O cálculo *a posteriori* traduz os custos reais de utilização. No final do exercício, recorrendo aos registos contabilísticos que foram sendo feitos, faz-se a compilação das horas de trabalho efectivo da máquina e mão-de-obra, da quantidade de combustível, lubrificantes utilizados e dos gastos em reparações, etc.

Conhecendo todos os parâmetros constituintes do custo total, o seu somatório dá o valor real do custo de utilização da máquina.

Este método, apesar de dar ao produtor o valor real do custo de utilização do equipamento, apresenta o inconveniente de, na altura do investimento, o produtor não ter qualquer indicação acerca da sua rentabilidade.

Nos tempos actuais esta situação é inadmissível, pois a progressiva capitalização da agricultura, veio trazer a necessidade da rentabilidade dos factores de produção existentes na empresa agrícola.

Fazendo as máquinas agrícolas parte dos factores de produção de elevado preço e, como tal, levando a que o agricultor, muitas vezes tenha que recorrer ao crédito para proceder à sua compra, os investimentos em maquinaria têm que ser cuidadosamente pensados, só se efectuando se a sua rentabilidade for assegurada.

O cálculo destes custos *a priori*, permite ao produtor antes da compra do material, fazer um cálculo aproximado do seu custo de utilização e assim concluir da eficácia da rentabilidade ou não do investimento. Assim, pode concluir-se, estas duas técnicas de cálculo não são antagónicas, mas antes, pelo contrário, completam-se.

### C.2.1.3 Custos previstos na utilização das máquinas agrícolas

Por serem custos previstos, como diz no título, trata-se de um estudo *à priori*, pelo que se tem, por vezes, a necessidade de recorrer a soluções simplificadoras e estimativas. No entanto, as simplificações que se adoptam têm em consideração as situações reais traduzidas nos cálculos *a posteriori*. Devido a este facto há que ter em linha de conta que o valor do custo obtido pelo método previsional pode não coincidir com o custo real de utilização, constituindo, no entanto, um auxiliar precioso na escolha do tipo de equipamento a comprar.

a) *Cálculo dos custos fixos.*

a.1) *Amortização*

Define-se Amortização como uma operação contabilística, que consiste em incluir no custo de utilização do equipamento, ao longo do tempo de utilização, uma determinada quantia que compense a desvalorização global do equipamento.

No decurso da utilização o material vai-se desvalorizando. Esta desvalorização deve-se, fundamentalmente, a três grupos de factores:

- Físicos / Ambiente
- Funcionais
- Económicos

A *exposição do equipamento* aos elementos atmosféricos, como é óbvio, causa desgaste, o qual aumenta com o tempo de permanência na exploração, mas é independente do período útil de funcionamento.

Os *factores funcionais* estão relacionados, directamente, com o tempo de utilização. Aumentando o desgaste com o número de horas de trabalho. Neste caso há que entrar em linha de conta com os cuidados *na manutenção/reparação do equipamento*, bem como com o modo em que se processa a sua utilização.

Quanto aos *factores económicos*, eles estão dependentes da evolução tecnológica e de eventuais alterações do sistema produtivo.

Neste grupo é importante também realçar, por ser de grande importância, uma vez que a tecnologia tem tido um desenvolvimento tão rápido, que acontece frequentemente um equipamento estar em boas condições de utilização mas ultrapassado do ponto de vista técnico (obsoleto).

Conclui-se assim que a amortização está relacionada com o processo natural de desvalorização. No entanto, com a amortização também se pretende criar um fundo de tesouraria que permita ao produtor, no final da vida do equipamento comprar um novo, sem ter que recorrer a créditos externos.

As contas fazem-se da seguinte forma, supondo que o agricultor comprou um equipamento pelo valor A, e que esse equipamento poderá ser revendido pelo preço R, a quantia a amortizar será de  $(A-R) / \text{número de anos}$ , durante os quais o equipamento permanece na exploração.

#### *a.2) Cálculo da quantia a amortizar*

Para o cálculo do montante a amortizar é necessário conhecer três valores:

- 1º. O montante do investimento inicial
- 2º. O valor de revenda do material
- 3º. A duração da amortização

O cálculo do valor de revenda do material (R), após N anos de utilização, pode ser calculado, entre outros métodos, pelo *Método da Percentagem Constante*.

Este método consiste em aplicar, ano após ano, ao valor residual a amortizar no início do exercício, uma percentagem constante, escolhida em função da categoria do material. Obtêm-se assim anuidades de amortizações sucessivas que decrescem em valor absoluto de ano para ano, mas que são sempre proporcionais ao valor residual.

Supondo que T é a taxa a aplicar, vem:

$$1^{\text{a}} \text{ Ano} = A * T, \quad (\text{C.3})$$

sendo A o valor do investimento inicial.

O valor residual vem:

$$R = A - (AT) \text{ ou seja } A(1-T) \quad (\text{C.4})$$

No 2º Ano a desvalorização será

$$A(1-T) * T \quad (\text{C.5})$$

O valor residual vem:

$$R = A * (1-T) - [A(1-T) * T] \Leftrightarrow R = A(1-T)^2 \quad (\text{C.6})$$

No final de N anos de utilização o valor residual será

$$R = A(1-T)^N \quad (\text{C.7})$$

Neste método, a dificuldade reside na escolha da taxa a aplicar que deverá ser escolhida em função do material e do tempo de permanência na exploração. Para os tratores de rodas, as taxas a aplicar variam entre 17.5 e 20 %.

### *a.3) Determinação da duração da amortização N*

O tempo de amortização ou vida útil de um equipamento depende de vários tipos de factores, entre os quais se podem citar, o tipo de material, o número de horas e as condições em que foi utilizado.

Existem tabelas padrão, da duração da vida útil para maquinaria diversa. Existem, no entanto, algumas regras práticas a seguir:

- a) Se o agricultor tiver de recorrer a empréstimos para a compra do material, o período de amortização deve ser no mínimo igual ao período do empréstimo realizado.
- b) O período de amortização deve ser tanto maior quanto mais robusta for a máquina e mais lenta a sua evolução técnica.
- c) O período de amortização deve ser inversamente proporcional ao número de horas de trabalho. Assim, uma máquina que é muito usada deve ter um período de amortização menor.

Para o cálculo da vida útil de uma máquina, deve-se ter em linha de conta os seguintes pontos:

- a) Não convém escolher um período de amortização muito longo, porque os encargos com reparações aumentam e a eficiência da máquina diminui. Além do que a indústria vai lançando modelos mais recentes e mais eficazes.



- b) Ao inverso também não se deverá escolher um período muito curto, porque as anuidades a pagar pelo produtor serão demasiado onerosas.

Nota: As tabelas que foram criadas em Portugal prevêem uma vida útil para os tractores de 10 anos, ou 10000 Horas, portanto, uma média de 1000 H/Ano.

#### *a.4) A componente inflacionária*

Se vivêssemos em perfeita estabilidade monetária, poder-se-ia admitir que o valor a amortizar seria simplesmente  $(A - R)$ . No final da duração da vida da máquina, a quantia amortizada seria suficiente para a compra do material de substituição. No entanto, a realidade não é esta e, como tal, os valores de aquisição do material não se mantêm constante, isto é, igual a  $A$ .

Dada a realidade da *inflação*, no final da vida útil da máquina o agricultor amortizou o montante  $(A - R)$ , para substituir a máquina, ele deve desembolsar uma quantia suplementar, dado que o preço de aquisição desse bem é  $B$ , sendo  $B > A$ .

Assim, tem que se acrescentar ao valor da desvalorização um certo valor que se destina a compensar a inflação.

Para se estimar a taxa de inflação, parte-se do princípio de que nos  $N$  anos seguintes ao da compra da máquina, a taxa de inflação sofrerá uma evolução igual à verificada nos  $N$  anos anteriores.

#### *a.5) Seguros e recolhas do material*

Na maioria dos casos o seguro cobre não uma máquina mas sim um conjunto de materiais, pelo que se torna extremamente difícil imputar um determinado montante a uma máquina.

O material pode estar seguro em diferentes ramos. Os tractores, reboques e outras máquinas motrizes estão, normalmente, seguros contra incêndios e acidentes. Outros materiais que, normalmente, não saem da exploração, têm apenas seguros contra incêndios. Outros ainda não estão cobertos por qualquer tipo de seguro.

#### *b) Cálculo dos custos variáveis*

##### *b.1) Combustíveis e lubrificantes*

É difícil prever com exactidão as despesas com os combustíveis, uma vez que o material, no caso por exemplo dos tractores, em que é extremamente polivalente e o consumo varia de acordo com a tarefa que se está a executar, assim como as condições de utilização e o estado de conservação em que se encontra o material. Para se estimar o consumo de combustível aplica-se um método prático que se apoia em numerosas observações a partir das quais é calculado o consumo médio.

Os registos que foram sendo efectuados ao longo dos anos levaram a que ficasse estabelecido o seguinte:

- Tractores diesel – 0,1 lit/cv.h
- Motocultivadores (diesel) – 0,2 lit/cv.h
- Motocultivadores (gasolina) – 0,3 lit/cv.h
- Ceifeiras debulhadoras (diesel) – 0,15 lit/cv.h

Assim, facilmente se conclui que o consumo de combustível é função crescente da potência do motor e do número de horas de utilização anual.

O consumo de óleo depende do consumo normal em trabalho e das mudanças obrigatórias, sendo estimado o valor seguinte:

- Consumo de óleo – 0,003 lit/cv.h

Além dos encargos já referidos com combustíveis e lubrificantes, é necessário deduzir o montante do subsídio do gasóleo para a agricultura, fazendo as deduções necessárias.

### *b.2) Reparações*

O valor que se irá despende em reparações é muito difícil de calcular *à priori*, pois as reparações dependem das condições de utilização das máquinas, e do ou dos trabalhos que efectua, da habilidade do operador e da qualidade da máquina em causa.

Assim, utiliza-se uma fórmula, com o pressuposto de que a utilização do material é de 10.000 horas, sendo os encargos com reparações calculados em função do preço de venda e das horas de funcionamento. Para os tractores, os encargos com reparações serão avaliados da seguinte forma:

$$^{1/10000} * PVP \quad (C.8)$$

Para outros equipamentos, este coeficiente pode ser alterado.

Aqui, além dos encargos variáveis, para além das despesas com reparações (correctivas), também estão incluídas as despesas de manutenção (Sistemática).

### *b.3) Mão-de-obra*

Os encargos com a mão-de-obra não se incluem nos custos de utilização das máquinas, mas sim nos custos de exploração, uma vez que se trata de pessoal que trabalha na empresa agrícola.

Quem normalmente trabalha na agricultura, uma das características que lhe é exigida é a polivalência. Os trabalhadores não ficarão todo o tempo ligados a um determinado equipamento, antes pelo contrário, terão que realizar outro tipo de tarefas de acordo com as necessidades da exploração agrícola. Assim, o mais lógico é atribuir-lhes não uma máquina, mas a exploração no global.

No entanto, existem situações em que se contrata pessoal para fazer trabalho temporário, com determinado tipo de equipamento. Assim, tem que se tomar em linha de conta, no custo de utilização, o encargo com a mão-de-obra, tendo em consideração o número previsto de horas de trabalho e o salário auferido pelo trabalhador.

## BIBLIOGRAFIA

- Alberto, D. (1986). *Custos Previsionais de Utilização dos Tratores Agrícolas*. Castelo Branco: Escola Superior Agrária - Instituto Politécnico de Castelo Branco.
- Barros, P. H. (2000). *Economia Agrária*. Lisboa: Livraria Sá da Costa Editora.
- Dias, J. M. (Novembro de 2003). *Gestão da Manutenção em Portugal*. (I. S. Lisboa, Ed.) Lisboa, Lisboa, Portugal/Lisboa.
- Eng. Agríc. Jaboticabal. (Jan./abr. de 2005).
- Farinha, J. T., Simões, A., & Fonseca, I. (Fevereiro de 2012). A Manutenção de Máquinas Agrícolas como Factor Estratégico de Competitividade - Parte II/III. *Revista AGROTEC*, N<sup>o</sup> 2(Maquinaria\_agricola\_parte\_II\_actual.pdf), pp. 94-95. (Maquinaria\_agricola\_parte\_II\_actual.pdf).
- Farinha, J. M. (1994). *Uma abordagem Terológica da Manutenção dos Equipamentos Hospitalares*. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Farinha, J. M. (2011). *A Terologia e as Novas Ferramentas de Gestão*. Lisboa: Monitor.
- Farinha, J. T., Simões, A., & Fonseca, I. (Junho de 2012). A Manutenção de Máquinas Agrícolas como Factor Estratégico de Competitividade - Parte II/III. *Revista Agrotec n<sup>o</sup>3*, pp. 111-112. (Maquinaria\_agricola\_parte\_III.pdf).
- Gerpen, V. (1996). Determining the influence of contaminants on biodiesel properties. Iowa, Estados Unidos.
- Leonard J. Kazmier, P. D. (1982). *Estatística Aplicada a Economia e Administração*. McGraw-Will Ltda.
- Marôco, J., & Marôco, J. (2011). *Análise Estatística com o SPSS Statistics*.
- Santos, F. A. (2012). *Manutenção e Utilização de Tratores Agrícolas. Curso de formação de operadores de máquinas agrícolas*. Vila Real, Vila Real, Portugal/Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto douro.
- Santos, F. A. (s.d.). *Manutenção e Utilização de Tratores Agrícolas*. Vila Real de Trás-os-Montes: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- Siva, M. V., Santos, A. M., Ferreira, S. L., & Souza, G. R. (2006). *Análise da Viscosidade do Óleo Lubrificante de um Motor Diesel*. São Paulo, Brasil.
- Vanessa Bielefeldt, A. R. (s.d.). *Comparação dos testes de aderência à normalidade* (Universidade Federal do Rio Grande do Sul). Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil.
- Xavier, J. N. (Setembro de 1998). *Manutenção Classe Mundial*. Belo Horizonte, Brasil.